

PATRONES DE SALTO DE FRECUENCIA DE CANAL DE ACCESO ALEATORIO FÍSICO DE BANDA ESTRECHA Y ESQUEMAS DE DETECCIÓN

REFERENCIAS CRUZADAS

[0001] La presente Solicitud de Patente reivindica prioridad a la Solicitud de Patente de Estados Unidos N.º 15/341.753 de Gaal *et al.*, titulada “Narrow Band Physical Random Access Channel Frequency Hopping Patterns and Detection Schemes”, presentada el 2 de noviembre de 2016; y Solicitud de Patente Provisoria de Estados Unidos N.º 62/276.211 de Gaal *et al.*, titulada “Narrow Band Physical Random Access Channel Frequency Hopping Patterns and Detection Schemes”, presentada el 7 de enero de 2016; cada una de los cuales se asigna al cesionario de la presente.

ANTECEDENTES

[0002] Lo siguiente se refiere en general a comunicaciones inalámbricas, y más específicamente a patrones de salto de canal de acceso aleatorio físico de banda estrecha y esquemas de detección.

[0003] Los sistemas de comunicación inalámbrica están ampliamente desplegados para proporcionar diversos tipos de contenido de comunicación tales como voz, video, datos por paquetes, mensajería, difusión, y así sucesivamente. Estos sistemas pueden ser capaces de soportar la comunicación con múltiples usuarios compartiendo los recursos de sistema disponibles (por ejemplo, tiempo, frecuencia y potencia). Los ejemplos de tales sistemas de acceso múltiple incluyen sistemas de acceso múltiple por división de código (CDMA), sistemas de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), sistemas de acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), sistemas de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA), (por ejemplo, un sistema de Evolución a Largo Plazo (LTE)). Un sistema de comunicaciones inalámbricas de acceso múltiple puede incluir un número de estaciones base, donde cada una soporta comunicación de forma simultánea múltiples dispositivos de comunicación, que puede denominarse de otra manera equipo de usuario (UE). Algunos dispositivos de comunicación que operan en sistemas de comunicaciones inalámbricas de acceso múltiple pueden tener limitaciones en el ancho de banda de frecuencia operativa. Estos dispositivos pueden denominarse dispositivos de banda estrecha (NB). En algunos casos, un sistema de comunicaciones inalámbricas puede utilizar una combinación de los sistemas de acceso múltiple anteriores para soportar múltiples tipos de UE.

[0004] Los dispositivos de NB, tales como dispositivos de Internet de las Cosas de NB (NB-IoT), se enfrentan a numerosos retos. Por ejemplo, las comunicaciones de NB pueden tener una dimensión de frecuencia limitada (por ejemplo, un bloque de recursos único (RB)) que es compartido por múltiples usuarios. Además, los desplazamientos de sincronización asociados con grandes áreas de cobertura previstos para NB-IoT pueden extenderse más allá del intervalo para el que un cíclico prefijo es capaz de compensar.

SÍNTESIS

[0005] Un canal de acceso aleatorio físico (PRACH) se puede utilizar para el acceso inicial del sistema por los dispositivos de banda estrecha (NB). Algunas transmisiones de PRACH pueden ser señales de un solo tono para proporcionar flexibilidad en el soporte de dispositivos de NB, lo que puede afectar a la determinación de los desplazamientos de sincronización. Los aspectos descritos están dirigidos a patrones de salto de frecuencia para las transmisiones de PRACH por dispositivos de NB que incluyen saltos de frecuencia grandes y pequeños para facilitar la determinación de desplazamientos de sincronización (“avances de sincronización”) de las transmisiones de PRACH. Por ejemplo, una transmisión de PRACH puede incluir saltos de frecuencia que tiene una primera distancia de salto de frecuencia (por ejemplo, saltos de frecuencia grandes) y una segunda distancia de salto de frecuencia (por ejemplo, saltos de frecuencia pequeños). Luego se pueden determinar patrones de salto de frecuencia para un preámbulo de acceso aleatorio que realizan un primer número de saltos de frecuencia de la primera distancia y un segundo número de saltos de la segunda distancia. Se puede utilizar una distribución de saltos grandes y pequeños para proporcionar una resolución de sincronización fina y resolver grandes retardos de propagación.

[0006] Se describe un método de comunicación inalámbrica. El método puede incluir la identificación de un PRACH para la comunicación entre una estación base y un UE y determinar un patrón de salto de frecuencia dentro del PRACH para un preámbulo de acceso aleatorio que comprende una pluralidad de transmisiones de un solo tono, el patrón de salto de frecuencia comprende un primer número de saltos de frecuencia asociado con una primera distancia de salto de frecuencia y un segundo número de saltos de frecuencia asociado con una segunda distancia de salto de frecuencia.

[0007] Se describe un aparato para comunicación inalámbrica. El aparato puede incluir medios para identificar un PRACH para la comunicación entre una estación base y un UE y medios para determinar un patrón de salto de frecuencia dentro del

PRACH para un preámbulo de acceso aleatorio que comprende una pluralidad de transmisiones de un solo tono, el patrón de salto de frecuencia comprende un primer número de saltos de frecuencia asociado con una primera distancia de salto de frecuencia y un segundo número de saltos de frecuencia asociado con una segunda distancia de salto de frecuencia.

[0008] Se describe otro aparato para comunicación inalámbrica. El aparato puede incluir un procesador, memoria en comunicación electrónica con el procesador, e instrucciones almacenadas en la memoria. Las instrucciones pueden ser operables para hacer al procesador identificar un PRACH para la comunicación entre una estación base y un UE y determinar un patrón de salto de frecuencia dentro del PRACH para un preámbulo de acceso aleatorio que comprende una pluralidad de transmisiones de un solo tono, el patrón de salto de frecuencia comprende un primer número de saltos de frecuencia asociado con una primera distancia de salto de frecuencia y un segundo número de saltos de frecuencia asociado con una segunda distancia de salto de frecuencia.

[0009] Se describe un medio legible por computadora no transitorio para comunicación inalámbrica. El medio legible por computadora no transitorio puede incluir instrucciones operables para hacer a un procesador identificar un PRACH para la comunicación entre una estación base y un UE y determinar un patrón de salto de frecuencia dentro del PRACH para un preámbulo de acceso aleatorio que comprende una pluralidad de transmisiones de un solo tono, el patrón de salto de frecuencia comprende un primer número de saltos de frecuencia asociado con una primera distancia de salto de frecuencia y un segundo número de saltos de frecuencia asociado con una segunda distancia de salto de frecuencia.

[0010] Algunos ejemplos del método, aparato, y medio legible por computadora no transitorio descritos anteriormente además pueden incluir, procesos, funciones, medios, o instrucciones para la transmisión, por medio del equipo UE, en el preámbulo de acceso aleatorio de acuerdo con el patrón de salto de frecuencia determinado.

[0011] En algunos ejemplos del método, aparato, y medio legible por computadora no transitorio descritos anteriormente, el primer número de saltos de frecuencia puede ser diferente del segundo número de saltos de frecuencia.

[0012] En algunos ejemplos del método, aparato, y medio legible por computadora no transitorio descritos anteriormente, el patrón de salto de frecuencia determinado comprende al menos un salto de frecuencia determinado con base al menos en parte en una función pseudoaleatoria.

[0013] En algunos ejemplos del método, aparato, y medio legible por computadora no transitorio descritos anteriormente, el preámbulo de acceso aleatorio puede ser uno de una pluralidad de preámbulos de acceso aleatorio, y donde diferentes patrones de salto de frecuencia para cada una de la pluralidad de preámbulos de acceso aleatorio pueden generarse mediante el uso de una función pseudoaleatoria.

[0014] En algunos ejemplos del método, aparato, y medio legible por computadora no transitorio descritos anteriormente, el PRACH comprende una primera porción asociada con la primera distancia de salto de frecuencia y una segunda porción asociada con la segunda distancia de salto de frecuencia.

[0015] En algunos ejemplos del método, aparato, y medio legible por computadora no transitorio descritos anteriormente, la primera porción comprende un primer conjunto de subportadoras que abarca una primera subregión del PRACH y un segundo conjunto de subportadoras que abarca una segunda subregión del PRACH, y donde la primera subregión y la segunda subregión se pueden separar en frecuencia mediante un ancho de banda de la segunda porción.

[0016] En algunos ejemplos del método, aparato, y medio legible por computadora no transitorio descritos anteriormente, el PRACH puede dividirse en una pluralidad de subportadoras y una pluralidad de intervalos de tiempo de transmisión, y una separación de subportadora de la pluralidad de subportadoras puede ser un divisor entero de una separación de subportadora de canal de datos para una celda asociada con el PRACH.

[0017] En algunos ejemplos del método, aparato, y medio legible por computadora no transitorio descritos anteriormente, cada una de la pluralidad de transmisiones de un solo tono abarca uno de la pluralidad de intervalos de tiempo de transmisión.

[0018] Algunos ejemplos del método, aparato, y medio legible por computadora no transitorio descritos anteriormente además pueden incluir, procesos, funciones, medios, o instrucciones para detectar, mediante una estación base, el preámbulo de acceso aleatorio con base al menos en parte en el patrón de salto de frecuencia determinado.

[0019] Se describe un método de comunicación inalámbrica. El método puede incluir la identificación de un PRACH para la comunicación entre una estación base y un UE, el PRACH comprende una pluralidad de subportadoras y la determinación de un patrón de salto de frecuencia dentro del PRACH para un preámbulo de acceso aleatorio que comprende una pluralidad de transmisiones de un solo tono, el patrón de salto de frecuencia comprende una pluralidad de saltos de frecuencia a través de la

pluralidad de subportadoras, al menos un salto de frecuencia de la pluralidad de saltos de frecuencia está asociado con una distancia de salto de frecuencia pseudoaleatoria.

[0020] Se describe un aparato para comunicación inalámbrica. El aparato puede incluir medios para identificar un PRACH para la comunicación entre una estación base y un UE, el PRACH comprende una pluralidad de subportadoras y medios para determinar un patrón de salto de frecuencia dentro del PRACH para un preámbulo de acceso aleatorio que comprende una pluralidad de transmisiones de un solo tono, el patrón de salto de frecuencia comprende una pluralidad de saltos de frecuencia a través de la pluralidad de subportadoras, al menos un salto de frecuencia de la pluralidad de saltos de frecuencia está asociado con una distancia de salto de frecuencia pseudoaleatoria.

[0021] Se describe otro aparato para comunicación inalámbrica. El aparato puede incluir un procesador, memoria en comunicación electrónica con el procesador, e instrucciones almacenadas en la memoria. Las instrucciones pueden ser operables para hacer al procesador identificar un PRACH para la comunicación entre una estación base y un UE, el PRACH comprende una pluralidad de subportadoras y la determinación de un patrón de salto de frecuencia dentro del PRACH para un preámbulo de acceso aleatorio que comprende una pluralidad de transmisiones de un solo tono, el patrón de salto de frecuencia comprende una pluralidad de saltos de frecuencia a través de la pluralidad de subportadoras, al menos un salto de frecuencia de la pluralidad de saltos de frecuencia está asociado con una distancia de salto de frecuencia pseudoaleatoria.

[0022] Se describe un medio legible por computadora no transitorio para comunicación inalámbrica. El medio legible por computadora no transitorio puede incluir instrucciones operables para hacer a un procesador identificar un PRACH para la comunicación entre una estación base y un UE, el PRACH comprende una pluralidad de subportadoras y la determinación de un patrón de salto de frecuencia dentro del PRACH para un acceso aleatorio preámbulo que comprende una pluralidad de transmisiones de un solo tono, el patrón de salto de frecuencia comprende una pluralidad de saltos de frecuencia a través de la pluralidad de subportadoras, al menos un salto de frecuencia de la pluralidad de saltos de frecuencia está asociado con una distancia de salto de frecuencia pseudoaleatoria.

[0023] En algunos ejemplos del método, aparato, y medio legible por computadora no transitorio descritos anteriormente, la distancia de salto de frecuencia pseudoaleatoria puede determinarse con base en al menos uno de una función *hash* lineal

pseudoaleatoria, o un desplazamiento cíclico lineal pseudoaleatorio.

[0024] En algunos ejemplos del método, aparato, y medio legible por computadora no transitorio descritos anteriormente, la distancia de salto de frecuencia pseudoaleatoria puede estar basada en un número de subportadoras del PRACH.

[0025] Algunos ejemplos del método, aparato, y medio legible por computadora no transitorio descritos anteriormente además puede incluir, procesos, funciones, medios, o instrucciones para detectar, mediante una estación base, el preámbulo de acceso aleatorio con base al menos en parte en el patrón de salto de frecuencia determinado.

[0026] Algunos ejemplos del método, aparato, y medio legible por computadora no transitorio descritos anteriormente además pueden incluir, procesos, funciones, medios, o instrucciones para determinar un desplazamiento para transmisiones de enlace ascendente desde el UE con base al menos en parte en información de la fase en una sincronización pluralidad de tonos de preámbulo de acceso aleatorio detectado.

[0027] En algunos ejemplos del método, aparato, y medio legible por computadora no transitorio descritos anteriormente, la detección del preámbulo de acceso aleatorio comprende: asignar la información de fase para la pluralidad de tonos a una secuencia con base al menos en parte, en intervalos de tiempo de transmisión respectivos y las respectivas subportadoras de la pluralidad de transmisiones de un solo tono. Algunos ejemplos del método, aparato, y medio legible por computadora no transitorio descritos anteriormente además pueden incluir, procesos, funciones, medios, o instrucciones para realizar una transformada de frecuencia de la secuencia asignada.

[0028] En algunos ejemplos del método, aparato, y medio legible por computadora no transitorio descritos anteriormente, obtener el desplazamiento de sincronización comprende: identificar una ubicación de un valor máximo de una salida de la transformada de frecuencia de la secuencia asignada.

[0029] En algunos ejemplos del método, aparato, y medio legible por computadora no transitorio descritos anteriormente, la detección del preámbulo de acceso aleatorio comprende: comparar el valor máximo con un umbral.

[0030] En algunos ejemplos del método, aparato, y medio legible por computadora no transitorio descritos anteriormente, la detección del preámbulo de acceso aleatorio comprende: asignar información de fase diferencial entre dos o más tonos de la pluralidad de tonos a una secuencia con base al menos en parte en intervalos de tiempo de transmisión respectivas y las respectivas subportadoras de la pluralidad de transmisiones de un solo tono. Algunos ejemplos del método, aparato, y medio legible

por computadora no transitorio descritos anteriormente además pueden incluir, procesos, funciones, medios, o instrucciones para realizar una transformada de frecuencia de la secuencia asignada.

[0031] Algunos ejemplos del método, aparato, y medio legible por computadora no transitorio descritos anteriormente además pueden incluir, procesos, funciones, medios, o instrucciones para la transmisión, por medio del equipo UE, en el preámbulo de acceso aleatorio de acuerdo con el patrón de salto de frecuencia determinado.

[0032] Algunos ejemplos de los métodos, aparatos, o medios legibles por computadora no transitorio descritos en la presente pueden incluir además procesos, funciones, medios, o instrucciones para patrones de salto de frecuencia de banda estrecha. El alcance adicional de la aplicabilidad de los sistemas, métodos, aparatos, o medios legibles por computadora descritos se harán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada, reivindicaciones y figuras. La descripción y los ejemplos específicos detallados se proporcionan a modo de ilustración solamente, ya que diversos cambios y modificaciones dentro del alcance de la descripción serán evidentes para aquellos con experiencia en la técnica.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

[0033] Se puede llevar a cabo una comprensión adicional de la naturaleza y ventajas de la presente divulgación mediante referencia a las siguientes figuras. En las figuras adjuntas, los componentes o características similares pueden tener la misma etiqueta de referencia. Además, diversos componentes del mismo tipo pueden distinguirse mediante el seguimiento de la etiqueta de referencia por un guion y una segunda etiqueta que distingue entre los componentes similares. Si se utiliza solamente la primera etiqueta de referencia en la memoria descriptiva, la descripción es aplicable a cualquiera de los componentes similares que tienen la misma primera etiqueta de referencia con independencia de la segunda etiqueta de referencia.

[0034] La FIG. 1 ilustra un ejemplo de un sistema de comunicaciones inalámbricas que soporta patrones de salto de frecuencia de canal de acceso aleatorio físico (PRACH) de banda estrecha (NB) y esquemas de detección de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación;

[0035] La FIG. 2 ilustra un ejemplo de un subsistema de comunicaciones inalámbricas que soporta patrones de salto de frecuencia de PRACH de NB y esquemas de detección de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación;

[0036] La FIG. 3 ilustra un ejemplo de un PRACH de NB que soporta patrones de salto de frecuencia de NB y esquemas de detección de acuerdo con diversos aspectos de la

presente divulgación;

[0037] La FIG. 4 ilustra un ejemplo de un flujo de proceso que soporta patrones de salto de frecuencia de PRACH de NB y esquemas de detección de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación;

[0038] Las FIGS. 5-7 muestran diagramas de bloques de un dispositivo inalámbrico que soporta patrones de salto de frecuencia de PRACH de NB y esquemas de detección de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación;

[0039] La FIG. 8 ilustra un diagrama de bloques de un sistema que incluye un dispositivo que soporta patrones de salto de frecuencia de PRACH de NB y esquemas de detección de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación;

[0040] La FIG. 9 ilustra un diagrama de bloques de un sistema que incluye una estación base que soporta patrones de salto de frecuencia de PRACH de NB y esquemas de detección de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación;
y

[0041] Las FIGS. 10 a 13 ilustran métodos para patrones de salto de frecuencia de PRACH de NB y esquemas de detección de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0042] De acuerdo con la presente divulgación, los dispositivos de banda estrecha (NB) que utilizan recursos de frecuencia de un canal de acceso aleatorio físico (PRACH) para el acceso al sistema pueden emplear saltos de frecuencia grandes y pequeños para facilitar la determinación de desplazamientos de sincronización (“avances de sincronización”) para los dispositivos de NB. Los aspectos de la divulgación se describen en el contexto de un sistema de comunicación inalámbrica. Por ejemplo, un sistema de comunicación inalámbrica puede soportar comunicaciones de Evolución a Largo Plazo (LTE) o LTE Avanzada (LTE-A), además de las comunicaciones de NB concurrentemente (por ejemplo, en los mismos o distintos canales inalámbricos). Los dispositivos pueden realizar el acceso al sistema mediante el uso de recursos configurados como PRACH de NB. Por ejemplo, un dispositivo de NB puede transmitir una secuencia de preámbulo NB sobre los recursos PRACH de NB sin preprogramación de una estación base. Una secuencia de preámbulo NB puede utilizar un número de transmisiones de un solo tono que saltan por frecuencia cada intervalo de transmisión. Una estación base puede utilizar la secuencia de preámbulo NB recibida para determinar un desplazamiento de sincronización de transmisiones posteriores (por ejemplo, programadas) de un dispositivo de NB. En

algunos casos, se puede utilizar una distribución de saltos grandes y pequeños para proporcionar una resolución de tiempo fina y resolver grandes retardos de propagación.

[0043] En un ejemplo, un PRACH de NB puede incluir una primera porción de los recursos PRACH de NB que se utilizan para saltos de frecuencia grandes y una segunda porción de los recursos PRACH de NB que se utilizan para saltos de frecuencia pequeños. Luego, pueden determinarse los patrones de salto de frecuencia para este PRACH de NB, que incluyen un número de saltos de frecuencia grandes, saltos de frecuencia pequeños, saltos de frecuencia aleatorios, o una combinación de los mismos. Estos patrones de salto de frecuencia pueden utilizarse para determinar los preámbulos de acceso aleatorio para transmisión a través del PRACH de NB. Por ejemplo, un equipo de usuario (UE) puede seleccionar y transmitir aleatoriamente un preámbulo de acceso aleatorio sobre el PRACH de NB con base en un patrón de salto de frecuencia. El preámbulo de acceso aleatorio puede incluir una serie de transmisiones donde cada una abarca un intervalo de transmisión y donde puede saltar a una frecuencia diferente al final de cada intervalo de transmisión. Una estación base puede detectar un preámbulo de acceso aleatorio transmitido con base en el patrón de salto de frecuencia utilizado por el UE. Después de detectar el preámbulo de acceso aleatorio, la estación base puede utilizar la información de preámbulo de acceso aleatorio (por ejemplo, las diferentes frecuencias de subportadora transmitidas a través del preámbulo) para determinar los desplazamientos de sincronización para el UE que transmitió el preámbulo de acceso aleatorio.

[0044] Se pueden utilizar diferentes patrones de salto de frecuencia para generar preámbulos de acceso aleatorio no superpuestos. Por ejemplo, se puede utilizar una función *hash* lineal, un desplazamiento cíclico, o ambos, para generar secuencias utilizadas como preámbulos de acceso aleatorio. En algunos casos, los patrones de salto de frecuencia pueden comprender transiciones entre saltos de frecuencia grandes y pequeños después de N intervalos de transmisión. Los patrones de salto de frecuencia para diferentes dispositivos pueden variar en función de aplicación de una función pseudoaleatoria dentro de los patrones de salto de frecuencia, que pueden determinarse con base en una función *hash* lineal, un desplazamiento cíclico, o una combinación de los mismos. Estos y otros aspectos de la divulgación se ilustran adicionalmente mediante y se describen con referencia a los diagramas de aparatos, diagramas del sistema, y diagramas de flujo.

[0045] La **FIG. 1** ilustra un ejemplo de un sistema de comunicaciones inalámbricas 100

que soporta los patrones de salto de frecuencia de NB de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación. El sistema de comunicaciones inalámbricas 100 incluye las estaciones base 105, los UE 115 y una red central 130. En algunos ejemplos, el sistema de comunicaciones inalámbricas 100 puede ser una red LTE/LTE-A.

[0046] Las estaciones base 105 pueden comunicarse de forma inalámbrica con los UE 115 a través de una o más antenas de la estación base. Cada estación base 105 puede proporcionar una cobertura de comunicación para una respectiva área de cobertura geográfica 110. Los enlaces de comunicación 125 que se muestran en el sistema de comunicaciones inalámbricas 100 puede incluir transmisiones de enlace ascendente (UL) de un UE 115 a una estación base 105, o transmisiones de enlace descendente (DL), de una estación base 105 a un UE 115. Los UE 115 pueden dispersarse por todo el sistema de comunicaciones inalámbricas 100, y cada UE 115 puede ser estacionario o móvil. Un UE 115 también puede denominarse una estación móvil, una estación de abonado, una unidad remota, un dispositivo inalámbrico, un terminal de acceso, un auricular, un agente de usuario, un cliente, o alguna otra terminología adecuada. Un UE 115 también puede ser un teléfono celular, un módem inalámbrico, un dispositivo de mano, una computadora personal, una tableta, un dispositivo electrónico personal, un dispositivo de comunicación de tipo máquina (MTC), un dispositivo de Internet de las Cosas (IoT), o similares.

[0047] Las estaciones base 105 pueden comunicarse con la red central 130 y entre sí. Por ejemplo, las estaciones base 105 pueden interconectarse con la red central 130 a través de enlaces de red de retorno 132 (por ejemplo, S1, etc.). Las estaciones base 105 pueden comunicarse entre sí a través de enlaces de red de retorno 134 (por ejemplo, X2, etc.), o bien directa o indirectamente (por ejemplo, a través de la red central 130). Las estaciones base 105 pueden realizar la configuración de radio y la programación para comunicación con los UE 115, o pueden operar bajo el control de un controlador de estación base (no se muestra). En algunos ejemplos, las estaciones base 105 pueden ser macroceldas, celdas pequeñas, zonas con cobertura inalámbrica, o similares. Las estaciones base 105 también puede denominarse NodosB evolucionados (eNB) 105.

[0048] Algunos tipos de dispositivos inalámbricos pueden proporcionar comunicación automatizada. Los dispositivos inalámbricos automatizados pueden incluir aquellos que implementan comunicación máquina a máquina (M2M) o MTC. M2M o MTC pueden referirse a las tecnologías de comunicación de datos que permiten a los

dispositivos (por ejemplo, los dispositivos de IoT, etc.) comunicarse entre sí o una estación base sin intervención humana. Por ejemplo, M2M o MTC pueden referirse a las comunicaciones de los dispositivos que integran sensores o medidores para medir o capturar información y transmitir esa información a un programa de servidor o aplicación central que puede hacer uso de la información o presentar la información a los seres humanos que interactúan con el programa o aplicación. Algunos UE 115 pueden ser dispositivos de MTC, tales como los diseñados para recoger información o habilitar el comportamiento automatizado de las máquinas. Los ejemplos de aplicaciones para dispositivos MTC incluyen medición inteligente, control de inventario, control del nivel de agua, control de equipos, control de la salud, control de la fauna, control del clima y eventos geológicos, gestión y seguimiento de flotas, detección remota de seguridad, control de acceso físico, y carga de negocio con base en transacciones. Un dispositivo de MTC puede operar mediante el uso de comunicaciones semidúplex (unidireccionales) a una velocidad de pico reducida. Los dispositivos MTC también pueden configurarse para entrar en un modo de ahorro de energía de “inactividad profunda”, cuando no participan en una comunicación activa. Los dispositivos MTC pueden ser capaces de comunicaciones de un solo tono, comunicaciones de tonos múltiples, o ambos. Un dispositivo que es capaz solamente de comunicación de un solo tono puede transmitir mediante el uso de un solo tono (subportadora) por intervalo de tiempo de transmisión (TTI). Un dispositivo de tonos múltiples puede utilizar múltiples tonos por TTI.

[0049] Los sistemas LTE pueden utilizar acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA) en el DL y acceso múltiple por división de frecuencia de portadora única (SC-FDMA) en el UL. OFDMA y SC-FDMA dividen el ancho de banda del sistema en múltiples subportadoras ortogonales (K), que también se denominan comúnmente tonos o bins. Cada subportadora puede modularse con datos. Se puede fijar la separación entre subportadoras adyacentes, y el número total de subportadoras (K) puede ser dependiente del ancho de banda del sistema. Por ejemplo, K puede ser igual a 72, 180, 300, 600, 900, o 1200 con una separación de subportadora de 15 kilohercios (KHz) para un ancho de banda de sistema correspondiente (con banda de guarda) de 1,4, 3, 5, 10, 15 o 20 megahercios (MHz), respectivamente. El ancho de banda del sistema también puede dividirse en subbandas. Por ejemplo, una subbanda puede cubrir 1,08 MHz, y puede haber 1, 2, 4, 8, o 16 subbandas. Algunos MTC UE 115 pueden operar en un ancho de banda más estrecho en comparación con el ancho de banda total del sistema.

[0050] Los recursos del sistema también se pueden dividir en el tiempo en diferentes períodos de tiempo (por ejemplo, tramas, subtramas, ranuras, períodos de símbolo, etc.). En algunos ejemplos, una estructura de trama LTE puede definir una trama para incluir 10 subtramas, una subtrama para incluir dos ranuras, y una ranura para incluir 6 a 7 períodos de símbolo en función de una longitud de un prefijo cíclico incluido en el período de símbolo. En algunos ejemplos, una trama puede abarcar 10 ms, una subtrama puede abarcar 1 ms, una ranura puede abarcar 0,5 ms, y un período de símbolo puede abarcar ~ 72 o 83 μ s. En algunos casos, la separación de subportadora puede estar basada en la longitud del período de símbolo (por ejemplo, la inversa del período de símbolo). El sistema de comunicaciones inalámbricas 100 puede designar un bloque de recursos (RB) como el menor número de recursos que pueden asignarse a un UE 115. El sistema de comunicaciones inalámbricas 100 puede programar comunicaciones a un UE mediante el uso de RB, que pueden definirse para abarcar 12 subportadoras y una ranura, o 72 o 84 recursos. En algunos casos, un UE 115 puede realizar transmisiones que se extienden a través de una duración mínima, o TTI. En algunos casos, un TTI puede abarcar una sola ranura o subtrama. En otros casos, un TTI puede abarcar uno o dos períodos de símbolos.

[0051] El sistema de comunicaciones inalámbricas 100 puede utilizar portadoras, que pueden denominarse portadoras componentes (CC), de diferentes anchos de banda (por ejemplo, 1,4, 3, 5, 10, 15, o 20 MHz) que utilizan los recursos divididos para transmitir paquetes entre una estación base 105 y un UE 115. El sistema de comunicaciones inalámbricas 100 puede utilizar las portadoras junto con dúplex por división de frecuencia (FDD) (por ejemplo, mediante el uso de recursos de espectro emparejados) u operación de dúplex por división de tiempo (TDD) (por ejemplo, mediante el uso de recursos de espectro no emparejados) para llevar a cabo comunicaciones bidireccionales. Las estructuras de trama para FDD (por ejemplo, el tipo de estructura de trama 1) y TDD (por ejemplo, el tipo de estructura de trama 2) pueden ser definidas. Para estructuras de trama TDD, cada subtrama puede portar tráfico de UL o DL, y pueden utilizarse subtramas especiales para conmutar entre comunicación DL y UL. La asignación de subtramas UL y DL dentro de tramas de radio puede ser simétrica o asimétrica y puede determinarse de forma estática o puede reconfigurarse de forma semiestática. Las subtramas especiales pueden portar tráfico de DL o UL y pueden incluir un período de guarda (GP) entre tráfico de DL y UL. El cambio de tráfico de UL a DL se puede lograr mediante el establecimiento de un desplazamiento de sincronización en el UE 115 sin el uso de subtramas especiales o

un GP.

[0052] En algunos casos, múltiples CC pueden agregarse o utilizarse simultáneamente para proporcionar algunos UE115 con mayor ancho de banda y, por ejemplo, velocidades de datos más altas. Por lo tanto, los CC individuales pueden ser compatibles retroactivamente con los UE de legado 115 (por ejemplo, los UE 115 que implementan la versión 8 o 9 de LTE); mientras que otros UE 115 (por ejemplo, los UE 115 que implementan versiones de LTE posteriores a la versión 8/9), pueden configurarse con múltiples portadoras de componentes en un modo multiportadora. Una CC utilizada para DL puede denominarse CC de DL, y una CC utilizada para UL puede denominarse CC de UL. Un UE 115 puede estar configurado con múltiples CC de DL y uno o más CC de UL para agregación de portadoras. Cada portadora puede utilizarse para transmitir información de control (por ejemplo, señales de referencia, canales de control, etc.), información de cabecera, datos, etc. Un UE 115 puede comunicarse con una única estación base 105 mediante el uso de múltiples CC, y también puede comunicarse con múltiples estaciones base simultáneamente en diferentes CC. En algunos ejemplos, un UE 115 puede recibir información de CC asociada con diferentes tecnologías de acceso de radio. Por ejemplo, un UE 115 puede recibir información en una CC de LTE y una CC sin licencia o una CC de NB.

[0053] El sistema de comunicaciones inalámbricas 100 puede utilizar múltiples canales, tales como canales lógicos, canales de transporte y canales de capa física, para comunicar datos. Los canales también se pueden clasificar en canales de control y canales de tráfico. Los canales de control lógico pueden incluir un canal de control de paginación (PCCH) para información de paginación, un canal de control de difusión (BCCH) para información de control de sistema de difusión, un canal de control de multidifusión (MCCH) para transmisión de información de programación y control de servicio de multidifusión multimedia (MBMS), un canal de control dedicado (DCCH) para transmisión de información de control dedicada, un canal de control común (CCCH) para obtener información de acceso aleatorio, DTCH para los datos de UE dedicados, y canal de tráfico de multidifusión (MTCH), para los datos de multidifusión. Los canales de transporte DL pueden incluir un canal de difusión (BCH) para información de difusión, un canal compartido DL (DL-SCH) para transferencia de datos, un canal de paginación (PCH) para información de paginación, y canal de multidifusión (MCH) para transmisiones de multidifusión.

[0054] Los canales de transporte UL pueden incluir un canal de acceso aleatorio (RACH) para acceso y canal compartido de UL (UL-SCH) para datos. Los canales

físicos DL pueden incluir un canal de difusión físico (PBCH) para información de difusión, el canal de indicador de formato de control físico (PCFICH) para información de formato de control, un canal de control DL físico (PDCCH) para el control y la información de programación, el canal indicador de HARQ físico (PHICH) para mensajes de estado automáticos híbridos de petición de repetición (HARQ), canal compartido DL físico (PDSCH) para datos de usuario y canal de multidifusión físico (PMCH) para datos de multidifusión. Los canales físicos UL pueden incluir un canal de acceso aleatorio físico (PRACH) para mensajes de acceso, un canal de control UL físico (PUCCH) para datos de control, y canal compartido de UL físico (PUSCH) para datos de usuario. En algunos casos, los datos asociados con cada canal pueden asignarse a la estructura de portadora para transmisión a través de una interfaz de aire.

[0055] Pueden asignarse al PRACH recursos de tiempo y frecuencia donde los UE 115 pueden iniciar la comunicación con el sistema de comunicaciones inalámbricas 100 sin programación previa. En algunos ejemplos, el PRACH puede tener un ancho de banda de seis RB y puede abarcar una o dos subtramas. La estación base 105 puede anunciar los RB reservados para el PRACH en un bloque de información del sistema (SIB), y un UE 115 puede transmitir un prefijo cíclico, una secuencia de preámbulo, y un GP durante el recurso PRACH anunciado. Puesto que no hay programación o coordinación previa, un UE 115 puede seleccionar (por ejemplo, de forma aleatoria) la secuencia de preámbulo de un número de preámbulos disponibles. El preámbulo puede incluir uno o dos símbolos PRACH que abarcan 133, 800, o 1600 μ s de longitud. La secuencia de preámbulo puede asignarse a subportadoras y períodos de símbolo y transmitirse a través de un ancho de banda de aproximadamente 1,05 MHz (por ejemplo, 839 subportadoras en 1,25 kHz de separación de subportadora o 139 subportadoras en 7,5 kHz de separación de subportadora, etc.). Puesto que no hay precoordinación, un UE 115 puede transmitir el preámbulo sin un desplazamiento de sincronización (por ejemplo, con base en la sincronización determinada a partir de las señales de sincronización transmitidas por la estación base 105). La estación base 105 puede utilizar la secuencia de preámbulo recibida para distinguir múltiples UE 115, donde cada uno se transmite sobre los recursos PRACH y determinar desplazamientos de sincronización respectivos para cada UE 115.

[0056] Pueden utilizarse desplazamientos de sincronización para ajustar un tiempo cuando los UE 115 dispersos a través de un área de cobertura 110 comienzan a

realizar transmisiones UL de modo que las transmisiones UL estén alineadas cuando llegan a una correspondiente estación base 105. Por ejemplo, un UE 115 que está a una distancia mayor que una estación base 105 puede comenzar a transmitir más temprano que otro UE 115 que está a una distancia más corta de la estación base 105 para compensar un retardo de propagación más largo. En algunos casos, puede incluirse un prefijo cíclico en los símbolos transmitidos para resolver adicionalmente las variaciones en la alineación de las transmisiones recibidas en la estación base 105.

[0057] En algunos casos, un sistema de comunicaciones inalámbricas 100 puede utilizar las tecnologías de acceso de radio tanto LTE como NB. En algunos ejemplos, las comunicaciones de NB se pueden utilizar para servir dispositivos de MTC. Las comunicaciones de NB pueden utilizar los recursos de frecuencia limitados, y, en algunos casos, pueden limitarse a un único RB de ancho de banda de sistema (por ejemplo, 180 KHz), una serie de RB, o porciones de un RB. En algunos ejemplos, los recursos de frecuencia reservados para comunicaciones de NB pueden estar situados dentro de una portadora de LTE, en una banda de guarda de un soporte de LTE, o separados de una portadora de LTE en un despliegue “autónomo”. En algunos casos, los recursos NB pueden ser utilizados simultáneamente por múltiples UE 115. Los recursos NB se pueden utilizar para proporcionar una cobertura profunda para soportar dispositivos en entornos que se asocian con niveles diferentes de mejora de cobertura (CE). Por ejemplo, ciertos dispositivos estacionarios pueden estar situados en entornos con mala cobertura, tal como un sótano. Además, los recursos NB pueden estar asociados con comunicaciones dentro de una gran área de cobertura 110 (por ejemplo, mayor que 35 kilómetros (km)). Las comunicaciones a un dispositivo en un borde del área de cobertura 110 pueden tener un gran retardo (por ejemplo, 200 μ s) en comparación con un tiempo de símbolo LTE (por ejemplo, 72 μ s).

[0058] En algunos casos, el sistema de comunicaciones inalámbricas 100 puede utilizar técnicas con mejora de cobertura (CE) con cualquiera de comunicaciones LTE o NB para mejorar la calidad de un enlace de comunicación 125 para los UE 115 situados en un borde de la celda, que operan con transceptores de baja potencia, o que experimentan una alta interferencia o pérdida de trayectoria. Las técnicas de CE pueden incluir transmisiones repetidas, agrupación de TTI, retransmisión de HARQ, salto de PUSCH, formación de haces, impulso de potencia, transmisiones repetitivas u otras técnicas. Las técnicas de CE utilizadas pueden depender de las necesidades específicas de los UE 115 en diferentes circunstancias, y pueden ser eficaces para llegar a los dispositivos que se encuentran en áreas que habitualmente experimentan

condiciones de canal pobres. Diferentes niveles de CE pueden estar asociados con diferentes niveles de mejora de cobertura, y pueden asignarse a los UE 115 con base en una intensidad de señal detectada en un UE 115. Por ejemplo, un dispositivo que está cerca de un borde de un área de cobertura 110 puede estar asociado con un nivel de CE elevado (por ejemplo, una mejora de 20 decibels (dB)), mientras que un dispositivo que está cerca de una estación base en servicio 105 puede estar asociado con un nivel de CE bajo (por ejemplo, sin mejora).

[0059] Pueden asignarse ciertos recursos de frecuencia a un PRACH de NB para permitir el acceso por medio de los dispositivos de NB (por ejemplo, dispositivos MTC, UE de NB, dispositivos de NB-MTC, etc.). En algunos casos, puede asignarse al PRACH de NB un RB (por ejemplo, un ancho de banda de 180 KHz), una serie de RB, o una porción de un RB. Un UE de NB 115 puede transmitir una secuencia de preámbulo como una serie de tonos a través de los recursos PRACH para iniciar la comunicación con una estación base 105 y permitir a la estación base 105 para determinar un desplazamiento de sincronización. El PRACH de NB puede diseñarse para soportar los dispositivos de un solo tono y múltiples tonos, y por lo tanto puede diseñarse mediante el uso de un esquema de transmisión de un solo tono. En algunos ejemplos, una secuencia de preámbulo puede saltar a través de múltiples tonos a intervalos que son mayores que la duración asociada con el retardo de ida y vuelta en el borde de un área de cobertura 110. Es decir, una secuencia de preámbulo puede transmitir una señal NB a la frecuencia de portadora asociada con una subportadora individual para un intervalo de transmisión y, luego, puede saltar por frecuencia a una segunda subportadora para realizar otra transmisión en la frecuencia portadora de la segunda subportadora para otro intervalo de transmisión. En algunos casos, los intervalos de transmisión pueden ser de 1 ms de longitud y la señal NB puede incluir tonos no modulados (por ejemplo, una secuencia de preámbulo no modulada). Además, dado que la secuencia de preámbulo puede utilizar intervalos de tiempo de transmisión de 1 ms, la separación de subportadora puede determinarse para ser la inversa de los intervalos de tiempo de transmisión, o 1 KHz. Por consiguiente, para un bloque de recursos con un ancho de banda de 180 KHz, puede haber 180 tonos de PRACH, 20 de los cuales pueden designarse como tonos de guarda. Los 160 tonos restantes pueden utilizarse para soportar 160 recursos PRACH ortogonales. Alternativamente, el PRACH puede utilizar separación de subportadora diferente (por ejemplo, 1,25 KHz, 7,5 KHz, 15 KHz, etc.) e intervalos de tiempo correspondientes para cada tono del preámbulo.

[0060] Como se analizó anteriormente, un UE de NB 115 que intenta acceder a los recursos NB mediante el uso del PRACH de NB puede no usar un desplazamiento de sincronización para una transmisión de preámbulo PRACH y, en algunos casos, puede ser útil para la estación base 105 utilizar la secuencia de preámbulo recibida para determinar el desplazamiento de sincronización para las transmisiones posteriores. En algunos ejemplos, la estación base 105 puede usar la diferencia en la fase de dos o más tonos recibidos a diferentes frecuencias para determinar el desplazamiento de sincronización. La exactitud de sincronización para determinar el desplazamiento de sincronización con base en dos tonos en diferentes subportadoras puede ser dependiente de la diferencia de frecuencia entre los tonos. Sin embargo, los tonos que tienen gran separación de frecuencia pueden no ser capaces de resolver la ambigüedad entre los retardos que tienen un múltiplo de la fase del tono más alto. Así, los saltos grandes pueden no ser eficaces para determinar el desplazamiento de sincronización para los UE NB-115 que son distantes de la estación base 105, dado que experimentan un retardo mayor. Por lo tanto, una combinación de saltos de frecuencia grandes y pequeños transmitidos por un UE de NB 115 puede ser beneficiosa para determinar el desplazamiento de sincronización.

[0061] En algunos casos, los recursos de frecuencia dedicados de PRACH de NB pueden designarse para saltos de frecuencia grandes y pequeños. Por ejemplo, una primera porción de un canal del PRACH de NB puede estar asociada con una primera distancia de salto de frecuencia (por ejemplo, saltos de frecuencia grandes), y una segunda porción del PRACH de NB puede estar asociada con una segunda distancia de salto de frecuencia (por ejemplo, saltos de frecuencia pequeños). Luego se pueden determinar patrones de salto de frecuencia para un preámbulo de acceso aleatorio que realizan un primer número de saltos de frecuencia de la primera distancia y un segundo número de saltos de una segunda distancia. El primer número de saltos de frecuencia puede estar dentro de la primera porción del PRACH de NB y el segundo número de saltos de frecuencia puede estar dentro de la segunda porción del PRACH de NB. De este modo, pueden determinarse secuencias de preámbulo que incluyen un número de saltos de frecuencia grandes o pequeños. En algunos casos, el PRACH de NB además puede dividirse en porciones asociadas con tamaños de salto de frecuencia diferentes (por ejemplo, mayores, medianos, y menores).

[0062] La **FIG. 2** ilustra un ejemplo de un subsistema de comunicaciones inalámbricas 200 que soporta patrones de salto de frecuencia de NB de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación. El subsistema de comunicaciones inalámbricas

200 puede incluir el UE 115-a, el UE 115-b, la estación base 105-a, el enlace de comunicación 125-a, y el enlace de comunicación 125-b que pueden ser ejemplos de un UE 115, una estación base 105, o un enlace de comunicación 125 y pueden comunicarse entre sí a través de un enlace de comunicación 125 como se describió anteriormente con referencia a la FIG. 1. En algunos ejemplos, el UE 115-A y el UE 115-B pueden ser UE de NB, como se describió anteriormente con referencia a la FIG. 1.

[0063] En el ejemplo de la FIG. 2, la comunicación entre los UE 115-a, el UE 115-b, y la estación base 105-a puede utilizar un patrón de salto de frecuencia de NB para un preámbulo de acceso aleatorio que incluye saltos de frecuencia grandes y pequeños a través de un PRACH de NB. Al PRACH de NB se le puede asignar uno o varios RB contiguos que se extienden a través de múltiples subtramas o tramas. En algunos ejemplos, puede asignarse PRACH de NB a un único RB (por ejemplo, 180 KHz) en subtramas consecutivas. Además, en algunos ejemplos, un intervalo de tono de preámbulo para una secuencia de preámbulo mediante el PRACH de NB puede ser de 1 ms de longitud, y el PRACH de NB puede utilizar 1 KHz de separación subportadora. Se puede dejar sin usar una porción de guarda, por ej., 10 subportadoras en cada extremo de los recursos de PRACH, del PRACH de NB, puede asignarse una porción de saltos de frecuencia grandes, por ej., 40 subportadoras en cada extremo de los recursos de PRACH menos la porción de guarda del PRACH de NB, para saltos de frecuencia grandes, y puede asignarse una porción de saltos de frecuencia pequeños, por ej., 80 subportadoras entre las subportadoras asignadas a la porción de saltos de frecuencia grandes, del PRACH de NB a los saltos de frecuencia pequeños. Las secuencias de preámbulo pueden generarse de acuerdo con los patrones de salto de frecuencia que incluyen saltos de frecuencia grandes mediante el uso de la porción de saltos de frecuencia saltos de frecuencia grandes y pequeños mediante el uso de la porción de saltos de frecuencia pequeños, como se analizará en más detalle a continuación y con referencia a las FIGS. 3 y 4.

[0064] La estación base 105-a puede transmitir la ubicación de tiempo y frecuencia de los recursos de PRACH de NB en el área de cobertura 110-a. El UE 115-A y el UE 115-b pueden seleccionar una secuencia de preámbulo de las secuencias de preámbulo generadas para transmisión a la estación base 105-a. Al iniciar una conexión a la estación base 105-a, el UE 115-A y el UE 115-b pueden transmitir sus secuencias de preámbulo seleccionadas sobre los recursos de PRACH. Las secuencias de preámbulo pueden incluir un conjunto ordenado de índices que

corresponden a un recurso de frecuencia, o bien en la porción de saltos de frecuencia grandes o la porción de saltos de frecuencia pequeños. La transmisión de las secuencias de preámbulo puede incluir la transmisión de una primera señal a una primera frecuencia de la subportadora para un intervalo de tono de primer preámbulo, una segunda señal a una frecuencia subportadora para un siguiente intervalo de tono de preámbulo, y así sucesivamente, como se analizará en más detalle a continuación y con referencia a las FIGS. 3 y 4. Sin embargo, como se analizó anteriormente, ni el UE 115-A ni el UE 115-B pueden compensar el retardo de propagación de la señal de transmisión recibida o la secuencia de preámbulo transmitida antes de la transmisión de la secuencia de preámbulo. Por consiguiente, la secuencia de preámbulo transmitida desde el UE 115-A puede llegar a la estación base 105-a antes de la secuencia de preámbulo transmitida del UE 115-b.

[0065] La estación base 105-a puede realizar la detección de secuencia de preámbulo mediante la observación de si la secuencia de preámbulo transmitida del UE 115-a o el UE 115-b se ha recibido de acuerdo con el patrón de salto de frecuencia correspondiente, como se analizará en más detalle a continuación y con referencia a las FIGS. 3 y 4. Después de detectar que se ha recibido una secuencia de preámbulo para el UE 115-a o el UE 115-b, la estación base 105-a puede utilizar las frecuencias de las señales recibidas para determinar un desplazamiento de sincronización para las transmisiones posteriores del UE correspondiente 115. La estación base 105-a puede transmitir una indicación del desplazamiento de sincronización a cualquiera de UE 115-a o el UE 115-b en función de si las secuencias de preámbulo se recibieron con éxito.

[0066] La **FIG. 3** ilustra un ejemplo de un PRACH de NB 300 que soporta patrones de salto de frecuencia de NB de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación. El PRACH de NB 300 puede ilustrar aspectos de una transmisión entre un UE 115 y una estación base 105, como se describió anteriormente con referencia a las FIGS. 1 y 2. El PRACH de NB 300 puede incluir una región de los saltos grandes 305 que puede estar dividida en una subregión de los saltos grandes 305-a y una subregión de los saltos grandes 305-b, una región de pequeños saltos 310, las bandas de guarda 315, los intervalos de tono de preámbulo 320, un primer preámbulo 325-a, un segundo preámbulo 325-b, un tercer preámbulo 325-c, y un cuarto preámbulo 325-d.

[0067] En el ejemplo de la **FIG. 3**, el PRACH de NB 300 incluye hasta 180 subportadoras. La primera subregión de los saltos grandes 305-a y la segunda

subregión de los saltos grandes 305-b pueden estar asociadas con grandes distancias de salto de frecuencia y la región de pequeños saltos 310 puede estar asociada con distancias pequeñas de salto de frecuencia. La primera y la segunda subregión de los saltos grandes 305-a y 305-b pueden incluir cada una 40 subportadoras, y la región de pequeños saltos 310 puede incluir 80 subportadoras. La región de pequeños saltos 310 además puede dividirse en grupos de subportadoras 330-a a 330-n. Cada grupo de subportadora puede incluir un número de subportadoras que es un divisor entero del número total de subportadora incluido en la región de pequeños saltos 310, por ejemplo, la región de pequeños saltos 310 puede dividirse en 16 grupos de subportadoras de cinco subportadoras. Las bandas de guarda 315 pueden incluir cada una 10 subportadoras. En algunos casos, un intervalo de tono de preámbulo 320 puede abarcar una subtrama LTE (por ejemplo, 1 ms), y PRACH de NB 300 puede abarcar varios intervalos de tono de preámbulo contiguos (por ejemplo, 30 ms o tres tramas de LTE). En otros casos, el PRACH de NB 300 puede abarcar múltiples intervalos de tono de preámbulo no contiguos 320 (por ejemplo, puede abarcar tres conjuntos de diez intervalos de tono de preámbulo no contiguos). Además, si bien el PRACH de NB 300 se representa como un conjunto contiguo de recursos de frecuencia, en algunos casos, el PRACH de NB 300 puede incluir recursos no contiguos. Por ejemplo, la región de pequeños saltos 310 puede estar situada por encima de la subregión de los saltos grandes 305-a, mientras que la subregión de los saltos grandes 305-b aun así puede estar situada una segunda porción por debajo de la subregión de los saltos grandes 305-a. En algunos ejemplos, pueden designarse regiones adicionales para saltos de frecuencia de diferentes tamaños (por ejemplo, mayores, medianos, menores, etc.). Pueden utilizarse saltos adicionales para determinar valores de desplazamiento de sincronización intermedios.

[0068] Con 20 subportadoras asignadas a las bandas de guarda 315, pueden determinarse hasta 160 patrones de salto de frecuencia no colindantes para generar 160 secuencias de preámbulo. En el ejemplo de la FIG. 3, se representan cuatro preámbulos 325-a a 325-d. El primer y el segundo preámbulo 325-a y 325-b pueden saltar en frecuencia de cada intervalo de tono de preámbulo 320 de acuerdo con un patrón de salto de frecuencia. En algunos ejemplos, el patrón de salto de frecuencia para el primer y el segundo preámbulo 325-a y 325-b puede realizarse como una secuencia de números que corresponden a las subportadoras en un grupo de subportadora 330 o en una subregión de los saltos grandes 305. La primera y la segunda secuencia de preámbulo 325-a y 325-B pueden alternarse adicionalmente

entre realizar N saltos de frecuencia a una primera distancia y luego N saltos de frecuencia a una segunda distancia. En algunos casos, el valor de N se basa en el número de subportadoras en un grupo de subportadora 330. El primer preámbulo 325-a y el segundo preámbulo 325-b pueden comenzar en el subgrupo de los saltos grandes 305-a.

[0069] Después de cada intervalo de tono de preámbulo 320, el patrón de saltos de frecuencia grandes puede incluir saltos de frecuencia entre cualquier subportadora en la subregión de los saltos grandes 305-a y cualquier subportadora en la subregión de los saltos grandes 305-b. Una secuencia de preámbulo puede incluir subportadoras aleatorias seleccionadas dentro de cada subregión de los saltos grandes 305-a y 305-b. Por ejemplo, como se representa en la FIG. 3, el primer preámbulo 325-a puede tener la secuencia de preámbulo {35, 3, 0, 1, 37}, y el segundo preámbulo 325-b pueden tener la secuencia {37, 2, 35, 39, 36}. En algunos ejemplos, las subportadoras asignadas a las subregiones de los saltos grandes pueden subdividirse en G grupos, donde G puede estar en el rango $[1, \dots, 39]$. Las secuencias de preámbulo 325-a y 325-b se pueden determinar mediante el uso de una función *hash* lineal aleatoria, un desplazamiento cíclico lineal aleatorio, o ambos. Puede utilizarse la función *hash* lineal aleatoria para aleatorizar los recursos PRACH de NB en tonos adyacentes, y puede utilizarse el desplazamiento cíclico aleatorio dentro de un subgrupo de subportadora para aleatorizar la interferencia con celdas adyacentes.

[0070] En algunos ejemplos, la función *hash* lineal aleatoria puede implementarse mediante la selección de un número primo p que es mayor que el número de M tonos en las subregiones de los saltos grandes 305. Los recursos t en las subregiones de los saltos grandes 305 se pueden numerar como $t = 0, 1, \dots, M - 1$, y un número aleatorio, r_1 , puede extraerse del intervalo $[0, 1, \dots, p - 2]$. Un ordenamiento entramado $H(k)$ puede crearse para $k = 0, 2, \dots, p - 2$, donde:

$$H(k) = ((r_1 + 1) * (k + 1)) \bmod p - 1. \quad (1)$$

Cualquier número para el cual $H(k) > M - 1$ puede eliminarse para crear una secuencia acortada $H'(k)$. Los recursos t pueden asignarse a $H'(t)$. El número r_1 puede generarse mediante la adopción de bits consecutivos de la secuencia de registro de desplazamiento de aleatorización, formando un número entero entre 0 y $2^L - 1$, y luego tomar $r_1 = Z \bmod (p - 1)$. En algunos casos, la secuencia de aleatorización puede inicializarse con un valor que es una función de la identidad de celda física (PCID). Para generar un desplazamiento cíclico aleatorio, puede generarse un número aleatorio r_2 de manera similar a r_1 , pero puede tomar diferentes

bits consecutivos L . Y puede determinarse una ubicación de tono desplazada mediante la asignación de t a $(H'(t) + r_2 + 1) \bmod M$.

[0071] Después de N saltos de frecuencia en las subregiones de los saltos grandes 305, el primer y el segundo preámbulo 325-a y 325-b pueden hacer una transición a la región de pequeños saltos 310 y además pueden estar situados en el grupo de subportadora 330-b. El primer y el segundo preámbulo 325-a y 325-b pueden realizar N saltos de frecuencia en el grupo de subportadora 330-b. El patrón de pequeños saltos puede determinarse mediante la selección en primer lugar de un índice de recursos dentro de los 80 tonos del intervalo $[0, 1, \dots, 79]$, y luego determinar un índice de subgrupo mediante el uso de la ecuación: *inferior* (*índice de recursos* / G), donde G puede estar en el intervalo $[1, \dots, 79]$. En un ejemplo, $G = 5$, que proporciona el índice de subgrupo $[0, 1, \dots, 15]$. El patrón de salto se puede determinar entonces dentro del grupo de subportadora 330 asociado con el índice del subgrupo. Por ejemplo, como se representa en la FIG. 3, el primer preámbulo 325-a puede tener la secuencia de preámbulo $\{0, 2, 1, 4, 3\}$, y el segundo preámbulo 325-b puede tener la secuencia $\{4, 1, 3, 0, 2\}$. En otros ejemplos, las secuencias de preámbulo 325-a y 325-b pueden determinarse mediante el uso de una función *hash* lineal aleatoria, un desplazamiento cíclico lineal aleatorio dentro del número de subportadora asignado a un grupo de subportadora 330, o ambos.

[0072] En algunos ejemplos, el *hash* lineal puede llevarse a cabo por medio de la alternancia dentro de un ciclo de salto de frecuencia entre dos secuencias, por ejemplo, una secuencia de numeración par $\{0, 1, 2, 3, 4\}$: y una secuencia de numeración impar: $\{0, 2, 4, 1, 3\}$. Esto también puede conseguirse al multiplicar el índice por 2 y tomar el módulo 5. Además, o alternativamente, el *hash* lineal puede llevarse a cabo por medio de un ciclo a través de las siguientes secuencias: Número de secuencia 0 mod 4: $\{0, 1, 2, 3, 4\}$; Número de secuencia 1 mod 4: $\{0, 2, 4, 1, 3\}$; Número de secuencia 2 mod 4: $\{0, 4, 3, 2, 1\}$; Número de secuencia 3 mod 4: $\{0, 3, 1, 4, 2\}$. En algunos casos, el desplazamiento cíclico aleatorio puede llevarse a cabo mediante la generación de un número aleatorio r_q , donde q es el índice de subgrupo ($q = 0, 1, \dots, 15$) similar a la forma en que se ha generado r_1 , pero con diferentes bits consecutivos L . La ubicación de tono desplazada se puede calcular mediante la adición de r_q al índice de tono dentro del subgrupo y tomando mod 5. Los terceros y cuartos preámbulos 325-c y 325-d pueden utilizar patrones de salto de frecuencia, pero pueden comenzar en la región de pequeños saltos y luego hacer una transición a las subregiones de los saltos grandes 305.

[0073] Un UE puede transmitir uno de los preámbulos 325-a a 325-d de acuerdo con el patrón de salto de frecuencia determinado. Una estación base puede detectar los preámbulos de transmisión 325 mediante la observación de los recursos PRACH de acuerdo con los patrones de salto de frecuencia correspondientes. Por ejemplo, para el primer preámbulo 325-a, en cada intervalo de tono preámbulo posterior 320 la estación base puede observar secuencialmente cada una de las ubicaciones de frecuencia $\{35, 0, 36, 1, 37\}$. Es decir, la estación base puede observar la 35.^a subportadora de la subregión de los saltos grandes 305-a en el intervalo de tono de primer preámbulo 320; la subportadora número 0 de la subregión de los saltos grandes 305-b de la subregión de los saltos grandes 305-b; etc. Con base en la observación de estos recursos de tiempo y frecuencia, la estación base puede determinar si el preámbulo 325-a está presente, un valor de desplazamiento de tiempo, y un valor de desplazamiento de frecuencia. En un ejemplo, el preámbulo 325-a incluye W tonos en W intervalos de tono de preámbulo 320. El índice de tono en una subtrama k^o puede ser $F(k)$, donde $k = 0, 1, \dots, W - 1$. y donde $F(k)$ está en el intervalo $[0, 1, \dots, M - 1]$ con $M = 160$. Para cada intervalo de tono de preámbulo 320, k , la señal observada en el tono $F(k)$ es $Y(k)$. En algunos ejemplos, $Y(k)$ es una salida de una transformada rápida de Fourier (FFT) con base en la señal recibida sobre el intervalo de tono de preámbulo 320 filtrado a 180 KHz.

[0074] Puede formarse una secuencia $s(j)$ donde $j = 0, 1, \dots, M - 1$. Si $j = F(k)$ para cualquier k , entonces $s(j) = Y(k) * \exp(-2 * \pi * i * f * k * T)$, donde T es la duración del intervalo de tono de preámbulo 320, y donde i es el componente imaginario. Y si $j \neq F(k)$ para cualquier k , entonces $s(j) = 0$. Si $j = F(k)$ para más de un k , entonces $s(j) = \text{media}(Y(k) * \exp(-2 * \pi * i * f * k * T))$ para los valores k para los que $j = F(k)$. La estación base puede tomar una FFT, FFT inversa (IFFT), transformada de Fourier discreta (DFT) o DFT inversa (IDFT) de $s(j)$, donde $s(j)$ puede ser de M elementos, o completado con ceros a la izquierda a más de M elementos para llevar a cabo la interpolación de tiempo. Alternativamente, la secuencia $s(j)$ se puede formar en términos de diferenciales. Por ejemplo, la secuencia $s(j)$ se puede formar de la siguiente manera: si $j = F(k_2) - F(k_1)$ para un par k_1 y k_2 , entonces $s(j) = Y(k_2) * \text{conj}(Y(k_1)) * \exp(-2 * \pi * i * f * (k_2 - k_1) * T)$ y, de otra manera, $s(j) = 0$. En algunos ejemplos, la elección de k_1 y k_2 puede limitarse a los pares que están cercanos en el tiempo (por ejemplo, $\text{abs}(k_2 - k_1) < e$). Si el límite e se selecciona de modo que sea adecuadamente pequeño, entonces el término $\exp(-2 * \pi * i * f * (k_2 - k_1) * T)$ puede ser pequeño y puede ignorarse. Un

ejemplo particular está la toma de diferenciales de pares consecutivos, por ejemplo, si $j = F(k + 1) - F(k)$, para cierto k , entonces $s(j) = Y(k + 1) * conj(Y(k))$. En otro ejemplo, se pueden formar también diferenciales de orden superior, por ejemplo, si $j = (F(k_4) - F(k_3)) - (F(k_2) - F(k_1))$ para un conjunto de k_1, k_2, k_3 y k_4 , entonces, $s(j) = (Y(k_4) * conj(Y(k_3))) * (conj(Y(k_2) * conj(Y(k_1))))$, etc.

[0075] La estación base puede determinar un valor máximo y ubicación máxima de la salida de FFT, y puede comparar el valor absoluto del valor máximo con un umbral para determinar la presencia de un preámbulo 325. En algunos casos, el umbral puede ser una versión a escala del promedio del valor de salida de FFT con o sin el valor máximo. La ubicación máxima identificada puede utilizarse para determinar un desplazamiento de tiempo con base en un preámbulo recibido 325. La estación base puede ampliar aún más el valor de desplazamiento de tiempo determinado con base en la separación de la subportadora, finalización con ceros a la izquierda de la FFT, etc. En algunos casos, el tiempo de desplazamiento puede ser de un solo lado (por ejemplo, incluir solamente valores positivos o negativos) o puede tener dos lados (por ejemplo, incluir valores positivos y negativos).

[0076] En algunos ejemplos, el PRACH de NB 300 puede considerarse como una porción grande y puede utilizarse un patrón de salto totalmente aleatorio. Por ejemplo, puede determinar un patrón de salto de frecuencia para un preámbulo de acceso aleatorio que incluye múltiples saltos de frecuencia de las distancias pseudoaleatorios. En el caso de una sola porción, los patrones de salto *hash* lineal o de desplazamiento cíclico utilizados para el patrón de los saltos grandes se pueden utilizar, de manera similar, pero con, por ejemplo, $M = 160$ y $p = 163$. Alternativamente, se pueden utilizar patrones de salto predefinidos. Por ejemplo, se puede definir un patrón de salto que incluye saltos de varias distancias diferentes, o un conjunto completo (o casi completo) de distancias de salto con un menor número de saltos que recursos ortogonales (por ejemplo, que tienen saltos definidos por una regla escasa o regla de Golomb de orden W y distancia M , etc.). La información obtenida de los diferenciales puede considerarse por el tiempo entre los diferenciales para reducir el efecto de error de frecuencia.

[0077] La **FIG. 4** ilustra un ejemplo de un flujo de proceso 400 para los patrones de salto de frecuencia de NB de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación. El flujo de proceso 400 puede llevarse a cabo por medio del UE 115-b, el UE 115-c, y la estación base 105-b, que puede ser un ejemplo de un UE 115 y estación base 105 descritos anteriormente con referencia a las FIGS. 1 y 2. En

algunos ejemplos, el UE 115-c y el UE 115-d pueden ser dispositivos de NB y pueden transmitir preámbulos de acceso aleatorio a la estación base 105-b con base en la información de PRACH de NB recibida. La estación base 105-b puede detectar las secuencias de preámbulo de acceso aleatorio transmitidas y puede utilizar las secuencias de preámbulo de acceso aleatorio recibidas para determinar desviaciones de tiempo para UE 115-c y UE 115-d para las transmisiones posteriores.

[0078] En 405, la estación base 105-b puede identificar la estructura de un PRACH. Por ejemplo, la estación base 105-b puede identificar que el PRACH incluye una primera porción de los recursos PRACH que están asociados con una primera distancia de frecuencia de salto (por ejemplo, una gran distancia de salto de frecuencia) y una segunda porción de los recursos PRACH que están asociados con una segunda distancia de salto de frecuencia (por ejemplo, un pequeño salto de distancia de frecuencia). La primera y la segunda porción del PRACH se pueden dividir adicionalmente en un número de subportadoras e intervalos de tono de preámbulo. La separación de subportadora puede ser un divisor entero de una separación de subportadora de canal de datos (por ejemplo, 15 KHz) y puede ser con base en la longitud de los intervalos de tono de preámbulo. En algunos casos, la longitud de un intervalo de tono de preámbulo es de 1 ms y la separación de subportadora es de 1 KHz. En algunos casos, la primera porción incluye una primera subregión y una segunda subregión, donde cada una incluye un número de subportadoras y pueden estar separadas por el ancho de banda de la segunda porción, como se describió con referencia a la FIG. 3. En algunos casos, las subportadoras de la segunda porción se pueden agrupar en grupos de N subportadoras, tal como se describió con referencia a la FIG. 3. En algunos casos, la estación base 105-b puede designar qué porciones del PRACH están asociadas con qué distancias de salto de frecuencia. En otros casos, el sistema de comunicación inalámbrica puede indicar a la estación base 105-b cómo se divide el PRACH.

[0079] En 410, la estación base 105-b puede determinar los patrones de salto de frecuencia para una o más secuencias de preámbulo de acceso aleatorio con base en la estructura de PRACH identificada. Por ejemplo, la estación base puede determinar los patrones de salto de frecuencia que incluyen un número de saltos de frecuencia que utilizan la primera porción de los recursos PRACH y la primera distancia de salto de frecuencia, y un número de saltos de frecuencia que utilizan la segunda porción de los recursos PRACH y la segunda distancia de salto de frecuencia. En algunos casos, el número de saltos se puede basar en las condiciones del entorno (por ejemplo,

ubicación) o de canal actual (por ejemplo, intensidad de señal recibida, relación señal a ruido, etc.). En un ejemplo, el número de saltos de frecuencia de la primera distancia y la segunda distancia puede ser igual o sustancialmente igual. Por ejemplo, el número de saltos de frecuencia de la primera distancia puede generar el 40-60% de los saltos de frecuencia y el número de saltos de frecuencia de la segunda distancia puede generar el porcentaje restante. En algunos ejemplos, los patrones de salto de frecuencia se determinan con base en una función *hash* lineal pseudoaleatoria, un desplazamiento cíclico lineal pseudoaleatorio, o ambos, como se describió anteriormente con referencia a la FIG. 3. Por ejemplo, los patrones de salto de frecuencia para una o ambas de la primera porción y la segunda porción de los recursos PRACH pueden basarse en una función pseudoaleatoria.

[0080] En 415, la estación base 105 puede transmitir información de PRACH de NB en el área de cobertura de la celda. La información de PRACH de NB puede incluir información tal como una ID de celda, tipos de patrones de salto de frecuencia, la estructura de PRACH, un índice de semilla, etc. El UE 115-c y el UE 115-d pueden recibir la información de PRACH de NB transmitida. En algunos casos, el UE 115-d puede recibir la información en un punto posterior en el tiempo que el UE 115-c. Por ejemplo, el UE 115-d puede estar ubicado más lejos de la estación base 105-b de UE 115-c y puede recibir la señal más tarde debido al retardo de propagación. En algunos casos, el UE 115-c y el UE 115-d pueden determinar la información de PRACH de NB independientemente de la estación base 105-b, por ejemplo, desde una estación base contigua, de difícil codificación, etc.

[0081] En 420, el UE 115-c y el UE 115-D pueden identificar la ubicación de los recursos de PRACH de NB con base en la información de PRACH de NB recibida. En algunos casos, el UE 115-c y el UE 115-d pueden determinar una duración de recepción de la información de PRACH cuando el PRACH de NB esté asignando recursos. Por ejemplo, el UE 115-c y el UE 115-d pueden determinar un tiempo de sistema de comunicaciones inalámbricas con base en una señal de sincronización recibida, sin embargo, el UE 115-c y el UE 115-d pueden no estar al tanto del retardo de propagación desde la estación base 105-b. Por lo tanto, el tiempo determinado para los recursos de PRACH de NB por el UE 115-c y el UE 115-d también puede desplazarse por el retardo de propagación.

[0082] En 425, el UE 115-c y el UE 115-d pueden determinar los patrones de salto de frecuencia con base en la información de PRACH de NB. El UE 115-c y el UE 115-d pueden utilizar los patrones de salto de frecuencia determinados para generar una

secuencia de preámbulo. En algunos casos, el UE 115-c y el UE 115-d pueden utilizar la información de PRACH de NB recibida para determinar el patrón de salto de frecuencia (por ejemplo, una función *hash* lineal, un desplazamiento cíclico, o ambos) y pueden seleccionar un número aleatorio r , como se describió anteriormente con referencia a la FIG. 3.

[0083] En 430, el UE 115-c y el UE 115-d pueden seleccionar una secuencia de preámbulo con base en el número aleatorio seleccionado. El UE 115-c y el UE 115-d pueden generar y transmitir secuencias de preámbulo 435-a y 435-b de acuerdo con el patrón de salto de frecuencia determinado a la estación base 105-b. Como se analizó anteriormente, el UE 115-c y el UE 115-d pueden determinar una sincronización para el recurso de PRACH de NB que está desplazado por un retardo de propagación y las transmisiones de secuencia de preámbulo 435 pueden comenzar después del límite de partida de PRACH de NB 300-a. Las transmisiones de secuencia de preámbulo 435 pueden experimentar más retardos de propagación antes de llegar a la estación base 105-b. Además, la secuencia de preámbulo 435-a puede llegar a la estación base 105-b antes del preámbulo secuencia 435-b con base en las condiciones de entorno y los canales observados por el UE 115-c y UE 115-d.

[0084] En 440, la estación base 105-b puede detectar los preámbulos de acceso aleatorio con base en el patrón de salto de frecuencia anunciado y utilizado por el UE 115-c y el UE 115-d. La estación base 105-b puede observar conjuntos de recursos correspondientes a diferentes patrones de salto de frecuencia para determinar la presencia de un preámbulo de acceso aleatorio, un valor de desplazamiento de tiempo, y/o un valor de desplazamiento de frecuencia, como se analizó anteriormente con referencia a la FIG. 3.

[0085] En 445, la estación base 105-b puede utilizar los preámbulos de acceso aleatorio detectados para determinar los desplazamientos de sincronización para las transmisiones posteriores del UE 115-c y el UE 115-d, como se analizó anteriormente con referencia a la FIG. 3. En 450, la estación base 105-b puede transmitir los desplazamientos de sincronización al UE 115-c y UE 115-d, lo cual puede ajustar la sincronización de las transmisiones posteriores mediante el uso de los valores de desplazamiento de sincronización. De esta manera, la estación base 105-b puede modificar la sincronización de las transmisiones posteriores desde el UE 115-c y el UE 115-d de manera que las transmisiones desde el UE 115-c y el UE 115-d lleguen a la estación base 105-b sustancialmente al mismo tiempo (por ejemplo, dentro de un prefijo cíclico normal de $\sim 4,7 \mu\text{s}$ entre sí).

[0086] La **FIG. 5** muestra un diagrama de bloques de un dispositivo inalámbrico 500 configurado para los patrones de salto de frecuencia de PRACH de NB y esquemas de detección de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación. El dispositivo inalámbrico 500 puede ser un ejemplo de los aspectos de un UE 115 o estación base 105 como se describió con referencia a las FIGS. 1-4. El dispositivo inalámbrico 500 puede incluir un receptor 505, un gestor de PRACH 510, y un transmisor 525. El gestor de PRACH 510 puede incluir un identificador de canal 515 y un generador de patrón de salto 520. El dispositivo inalámbrico 500 también puede incluir un procesador. Cada uno de estos componentes puede estar en comunicación entre sí.

[0087] El receptor 505 puede recibir información, tal como paquetes, datos de usuario, o información de control asociada con diversos canales de información (por ejemplo, canales de control, canales de datos, e información relacionada con los patrones de salto de frecuencia de PRACH de NB y esquemas de detección, etc.) a través del enlace de comunicación 502. La información recibida en el receptor 505 puede transmitirse al gestor de PRACH 510 a través del enlace de comunicación 507, y a otros componentes del dispositivo inalámbrico 500.

[0088] El gestor de PRACH 510 puede identificar una primera porción y una segunda porción de un PRACH, donde la primera porción está asociada con una primera distancia de salto de frecuencia y la segunda porción está asociada con una segunda distancia de salto de frecuencia. El gestor de PRACH 510 puede determinar un patrón de saltos de frecuencia para un preámbulo de acceso aleatorio que comprende un primer número de saltos de frecuencia asociado con la primera distancia de salto de frecuencia y un segundo número de saltos de frecuencia asociado con la segunda distancia de salto de frecuencia. Por ejemplo, el patrón de salto de frecuencia puede tener el primer número de saltos de frecuencia dentro de la primera porción y la segunda serie de saltos de frecuencia dentro de la segunda porción.

[0089] El identificador de canal 515 puede identificar una primera porción y una segunda porción de un PRACH, donde la primera porción está asociada con una primera distancia de salto de frecuencia y la segunda porción está asociada con una segunda distancia de salto de frecuencia como se describió con referencia a las FIGS. 2-4. En algunos ejemplos, la primera porción comprende un primer conjunto de subportadoras que abarca una primera subregión del PRACH y un segundo conjunto de subportadoras que abarca una segunda subregión del PRACH, y donde la primera subregión y la segunda subregión están separadas en frecuencia por un ancho de banda de la segunda porción. En algunos ejemplos, la primera distancia de salto de

frecuencia puede ser mayor que la segunda distancia de salto de frecuencia, y donde la primera distancia de salto de frecuencia puede ser mayor que o igual a la anchura de banda de la segunda porción. En algunos ejemplos, el PRACH puede dividirse en una pluralidad de subportadoras y los intervalos de tono de preámbulo, y donde una separación de subportadora de la pluralidad de subportadoras puede ser un divisor entero de una separación de subportadora de canal de datos para una celda asociada con el PRACH. En algunos ejemplos, la segunda porción puede dividirse en una pluralidad de subregiones, donde cada subregión de la pluralidad de subregiones comprende una pluralidad de subportadoras.

[0090] El generador de patrón de salto 520 puede determinar un patrón de saltos de frecuencia para un preámbulo de acceso aleatorio que comprende un primer número de saltos de frecuencia asociado con la primera distancia de salto de frecuencia y un segundo número de saltos de frecuencia asociado con la segunda distancia de salto de frecuencia descrita con referencia a las FIGS. 2-4. Por ejemplo, el patrón de salto de frecuencia puede incluir el primer número de saltos de frecuencia dentro de la primera porción y el segundo número de saltos de frecuencia dentro de la segunda porción. En algunos ejemplos, el primer número de saltos de frecuencia es igual al segundo número de saltos de frecuencia. En algunos ejemplos, los saltos de frecuencia del primer número de saltos de frecuencia se determinan con base al menos en parte en al menos uno de una función *hash* lineal pseudoaleatoria o un desplazamiento cíclico lineal pseudoaleatorio. En algunos ejemplos, los saltos de frecuencia del segundo número de saltos de frecuencia se determinan con base al menos en parte en al menos uno de una función *hash* lineal pseudoaleatoria o un desplazamiento cíclico lineal pseudoaleatorio y el número de subportadoras incluidas en cada subregión. En algunos casos, el gestor de PRACH 510 puede generar y transmitir una señal de preámbulo de acceso aleatorio al transmisor 525 a través del enlace de comunicación 512. Alternativamente, el gestor de PRACH 510 puede pasar información indicativa de cómo el preámbulo de acceso aleatorio se va a construir al transmisor 525, y el transmisor puede generar el preámbulo de acceso aleatorio con base en la información recibida.

[0091] El transmisor 525 puede transmitir señales recibidas de otros componentes del dispositivo inalámbrico 500 a través del enlace de comunicación 527. En algunos ejemplos, el transmisor 525 puede colocarse con el receptor 505 en un módulo de transceptor. El transmisor 525 puede incluir una única antena, o puede incluir una pluralidad de antenas. En algunos ejemplos, un UE puede usar el transmisor 525 para

transmitir un preámbulo de acceso aleatorio de acuerdo con el patrón de salto de frecuencia determinado a través del enlace de comunicación 527. En algunos ejemplos, una estación base puede utilizar el receptor 505 para recibir un preámbulo de acceso aleatorio transmitido de acuerdo con un patrón de saltos de frecuencia determinado a través del enlace de comunicación 502.

[0092] La **FIG. 6** muestra un diagrama de bloques 600 de un gestor de PRACH 510-a que puede ser un componente de un dispositivo inalámbrico 500 para los patrones de salto de frecuencia de PRACH de NB y esquemas de detección de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación. El gestor de PRACH 510-a puede ser un ejemplo de los aspectos de un gestor de PRACH 510 descrito con referencia a la FIG. 5. El gestor de PRACH 510-a puede incluir un identificador de canal 515-a, y un generador de patrón de salto 520-a. Cada uno de estos módulos pueden realizar las funciones descritas con referencia a la FIG. 5. El gestor de PRACH 510-a también puede incluir un generador de preámbulo 610.

[0093] En algunos casos, el gestor de PRACH 510-a puede implementarse en un UE, tal como un UE 115 como se describió con referencia a las FIGS. 1-4. La información recibida en un receptor, tal como un receptor 505 en la FIG. 5, puede pasarse al gestor de PRACH 510-a a través de un enlace de comunicación 507-a. El identificador de canal 515-a puede identificar un PRACH para comunicación (por ejemplo, entre un UE 115 y una estación base 105). El identificador de canal 515-a puede pasar información del PRACH 601 al generador de patrón de salto 520-a. El generador de patrón de salto 520-a puede determinar o generar un patrón de salto de frecuencia dentro del PRACH identificado. En algunos casos, el patrón de salto de frecuencia puede incluir un primer número de saltos asociado con una primera distancia de salto y un segundo número de saltos asociado con una segunda distancia de salto. El patrón de salto de frecuencia también puede incluir una distancia de salto de frecuencia pseudoaleatoria. Las distancias de salto de frecuencia pseudoaleatorias en cada uno de los múltiples intervalos de tono de preámbulo pueden ser diferentes de un dispositivo a otro y pueden corresponder a una diferencia entre preámbulos transmitidos por diferentes dispositivos. El generador de patrón de salto 520-a puede pasar el patrón de frecuencia de salto 604 al generador de preámbulo 610.

[0094] El generador de preámbulo 610 puede generar el preámbulo de acceso aleatorio con base en el patrón de frecuencia de salto 604 para incluir una pluralidad de transmisiones de un solo tono, donde cada una de la pluralidad de transmisiones de un solo tono abarca uno de la pluralidad de intervalos de tono de preámbulo como

se describió con referencia a las FIGS. 2-4. En algunos ejemplos, el gestor de PRACH 510-a puede generar y transmitir una señal de preámbulo de acceso aleatorio a un transmisor, tal como el transmisor 525 en la FIG. 5, a través del enlace de comunicación 512-a.

[0095] La **FIG. 7** muestra un diagrama de bloques 700 de un gestor de PRACH 510-b que puede ser un componente de un dispositivo inalámbrico 500 para los patrones de salto de frecuencia de PRACH de NB y esquemas de detección de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación. El gestor de PRACH 510-b puede ser un ejemplo de los aspectos de un gestor de PRACH 510 descrito con referencia a la FIG. 5. El gestor de PRACH 510-b puede incluir un identificador de canal 515-b, y un generador de patrón de saltos 520-b. Cada uno de estos módulos pueden realizar las funciones descritas con referencia a la FIG. 5. El gestor de PRACH 510-b también puede incluir un detector de preámbulo 705 y un calculador de desplazamiento de sincronización 710.

[0096] En algunos casos, el gestor de PRACH 510-b puede implementarse en una estación base, tal como una estación base 105 como se describió con referencia a las FIGS. 1-4. La información recibida en un receptor, tal como un receptor 505 en la FIG. 5, puede pasarse al gestor de PRACH 510-b a través del enlace de comunicación 507-b. El identificador de canal 515-b puede identificar un PRACH para comunicación (por ejemplo, entre un UE 115 y una estación base 105). El identificador de canal 515-b puede pasar información de PRACH 701 al generador de patrón de saltos 520-b. El generador de patrón de saltos 520-b puede determinar o generar patrones de salto de frecuencia dentro del PRACH identificado. En algunos casos, los patrones de salto de frecuencia pueden incluir un primer número de saltos asociado con una primera distancia de salto y un segundo número de saltos asociado con una segunda distancia de salto. Los patrones de salto de frecuencia también pueden incluir una distancia de salto de frecuencia pseudoaleatoria. La distancia de salto de frecuencia pseudoaleatoria para cada uno de múltiples intervalos de tono de preámbulo puede ser diferente para diferentes patrones de salto de frecuencia. Los patrones de salto de frecuencia 704 puede transmitirse al detector de preámbulo 705.

[0097] El detector de preámbulo 705 puede detectar preámbulos de acceso aleatorio transmitidos por los UE NB-115 con base al menos en parte en los patrones de salto de frecuencia 704 como se describió con referencia a las FIGS. 2-4. Por ejemplo, los preámbulos de acceso aleatorio transmitidos por diferentes dispositivos pueden correlacionarse con diferentes patrones de salto de frecuencia. En algunos ejemplos,

un preámbulo asociado con un primer dispositivo puede incluir un primer patrón de distancias de salto pseudoaleatorio y un preámbulo asociado con un segundo dispositivo puede incluir un segundo patrón diferente de las distancias de salto pseudoaleatorio. Los preámbulos detectados 707 se pueden pasar al detector de preámbulo 705. El calculador de desplazamiento de sincronización 710 puede determinar los desplazamientos de sincronización para transmisiones de enlace ascendente de UE de NB 115 con base en los preámbulos detectados 707. El desplazamiento de sincronización puede basarse al menos en parte en la comparación de la información de fase en una pluralidad de tonos del preámbulo de acceso aleatorio detectado como se describió con referencia a las FIGS. 2-4. En algunos ejemplos, el gestor de PRACH 510-b puede detectar y transmitir información relacionada con un preámbulo de acceso aleatorio a un transmisor, tal como el transmisor 525 en la FIG. 5, a través del enlace de comunicación 512-b.

[0098] La **FIG. 8** muestra un diagrama de un sistema 800 que incluye un UE 115-e configurado para los patrones de salto de frecuencia de PRACH de NB y esquemas de detección de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación. El sistema 800 puede incluir el UE 115-e, que puede ser un ejemplo de un dispositivo inalámbrico 500 o un UE 115 descrito con referencia a las FIGS. 1, 2, 5, y 7. El UE 115-e puede incluir un gestor de PRACH 810, que puede ser un ejemplo de un gestor de PRACH 510 descrito con referencia a las FIGS. 5-6. El UE 115-e también puede incluir componentes para voz bidireccional y comunicaciones de datos, que incluyen componentes para la transmisión de comunicaciones y componentes para la recepción de comunicaciones. Por ejemplo, el UE 115-e puede comunicarse bidireccionalmente con el UE 115-f o estación base 105-c.

[0099] El UE 115-e también puede incluir un procesador 805, y una memoria 815 (que incluyen un software (SW) 820), un transceptor 835, y una o más antenas 840, donde cada uno puede comunicarse, directa o indirectamente, uno con el otro (por ejemplo, a través de buses 845). El transceptor 835 puede comunicarse bidireccionalmente, a través de las antenas 840 o enlaces por cable o inalámbricos, con una o más redes, como se describió anteriormente. Por ejemplo, el transceptor 835 puede comunicarse bidireccionalmente con una estación base 105 u otro UE 115. El transceptor 835 puede incluir un módem para modular los paquetes y proporcionar los paquetes modulados a las antenas 840 para la transmisión, y para demodular los paquetes recibidos desde las antenas 840. Si bien el UE 115-e puede incluir una sola antena 840, el UE 115-e también puede tener múltiples antenas 840 con capacidad de

transmitir o recibir de manera concurrente múltiples transmisiones inalámbricas.

[0100] La memoria 815 puede incluir una memoria de acceso aleatorio (RAM) y memoria de solo lectura (ROM). La memoria 815 puede almacenar un código de software/firmware ejecutable por computadora 820, que incluye instrucciones legibles por computadora que, al ejecutarse, hacen al procesador 805 realizar varias funciones descritas en la presente (por ejemplo, patrones de salto de frecuencia de PRACH de NB y esquemas de detección, etc.). Alternativamente, el código de software/firmware 820 puede no ser directamente ejecutable por el procesador 805, pero hace a una computadora (por ejemplo, cuando se compila y se ejecuta) realizar las funciones descritas en la presente. El procesador 805 puede incluir un dispositivo de hardware inteligente, (por ejemplo, una unidad de procesamiento central (CPU), un microcontrolador, un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), etc.).

[0101] La **FIG. 9** muestra un diagrama de un sistema 900 que incluye una estación base 105-d configurada para los patrones de salto de frecuencia de PRACH de NB y esquemas de detección de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación. El sistema 900 puede incluir la estación base 105-d, que puede ser un ejemplo de un dispositivo inalámbrico 500 o una estación base 105 que se describe con referencia a las FIGS. 1, 2, 5 y 7-8. La estación base 105-d puede incluir un gestor de PRACH de estación base 910, que puede ser un ejemplo de un gestor de PRACH de estación base 910 descrito con referencia a las FIGS. 7-8. La estación base 105-d también puede incluir componentes para voz bidireccional y comunicaciones de datos, que incluyen componentes para la transmisión de comunicaciones y componentes para la recepción de comunicaciones. Por ejemplo, la estación base 105-d puede comunicarse bidireccionalmente con el UE 115-g o el UE 115-h.

[0102] En algunos casos, la estación base 105-d puede tener uno o más enlaces de red de retorno por cable. La estación base 105-d puede tener un enlace de red de retorno por cable (por ejemplo, interfaz S1, etc.) a la red central 130. La estación base 105-d puede también comunicarse con otras estaciones base 105, tal como la estación base 105-e y estación base 105-f a través de enlaces de red de retorno de inter-base (por ejemplo, una interfaz X2). Cada una de las estaciones base 105 puede comunicarse con los UE 115 mediante el uso de las mismas tecnologías o diferentes tecnologías de comunicaciones inalámbricas. En algunos casos, la estación base 105-d puede comunicarse con otras estaciones base, tal como 105-e o 105-f mediante el uso del módulo de comunicaciones de la estación base 925. En algunos ejemplos, el módulo de comunicaciones de la estación base 925 puede proporcionar una interfaz

X2 dentro de una tecnología de red de comunicación inalámbrica LTE/LTE-A para proporcionar comunicación entre algunas de las estaciones base 105. En algunos ejemplos, la estación base 105-d puede comunicarse con otras estaciones base a través de la red central 130. En algunos casos, la estación base 105-d puede comunicarse con la red central 130 a través del módulo de comunicaciones de red 930.

[0103] La estación base 105-d puede incluir un procesador 905, una memoria 915 (que incluye un SW 920), un transceptor 935, y antenas 940, donde cada uno puede estar en comunicación, directa o indirectamente, entre sí (por ejemplo, sobre el sistema de bus 945). Los transceptores 935 puede estar configurados para comunicarse bidireccionalmente, a través de las antenas 940, con los UE 115, que pueden ser dispositivos de múltiples modos. El transceptor 935 (u otros componentes de la estación base 105-d) también pueden estar configurados para comunicarse bidireccionalmente, a través de las antenas 940, con una o más estaciones base distintas (no se muestra). El transceptor 935 puede incluir un módem configurado para modular los paquetes y proporcionar los paquetes modulados a las antenas 940 para la transmisión, y para demodular paquetes recibidos desde las antenas 940. La estación base 105-d puede incluir múltiples transceptores 935, cada uno con una o más antenas asociadas 940. El transceptor puede ser un ejemplo de un receptor 505 y un transmisor 525 combinado de la FIG. 5.

[0104] La memoria 915 puede incluir memoria RAM y ROM. La memoria 915 también puede almacenar código de software legible por computadora, ejecutable por computadora 920 que contiene instrucciones que están configuradas para, al ejecutarse, hacer al procesador 905 realizar diversas funciones descritas en la presente (por ejemplo, patrones de salto de frecuencia de PRACH de NB y esquemas de detección, selección de técnicas de mejora de cobertura, procesamiento de llamadas, gestión de base de datos, mensaje de enrutamiento, etc.). Alternativamente, el software 920 puede no ser directamente ejecutable por el procesador 905, pero puede estar configurado para hacer al equipo, por ejemplo, cuando se compila y se ejecuta, realizar las funciones descritas en la presente. El procesador 905 puede incluir un dispositivo de hardware inteligente, por ejemplo, una CPU, un microcontrolador, un ASIC, etc. El procesador 905 puede incluir varios procesadores de propósito especial, tales como codificadores, módulos de procesamiento de cola, procesadores de banda de base, controladores de cabezal de radio, procesador de señal digital (DSP), y similares.

[0105] El módulo de comunicaciones de la estación base 925 puede gestionar las comunicaciones con otras estaciones base 105. En algunos casos, un módulo de gestión de comunicaciones puede incluir un controlador o programador para controlar las comunicaciones con los UE 115 en cooperación con otras estaciones base 105. Por ejemplo, el módulo de comunicaciones de la estación base 925 puede coordinar la programación para las transmisiones a los UE 115 para diversas técnicas de reducción de interferencia, tales como formación de haces o transmisión conjunta.

[0106] Los componentes del dispositivo inalámbrico 500 y gestor de PRACH 510 pueden, individualmente o colectivamente, implementarse con al menos un ASIC adaptado para realizar algunas o todas las funciones aplicables en hardware. Alternativamente, las funciones pueden llevarse a cabo por medio de una o más unidades de procesamiento (o núcleos), en al menos un circuito integrado (IC). En otros ejemplos, se pueden utilizar otros tipos de circuitos integrados (por ejemplo, ASIC Estructurado/de Plataforma, una matriz de puertas programables en campo (FPGA), u otro IC semipersonalizado), que puede programarse de cualquier manera conocida en la técnica. Las funciones de cada unidad también pueden implementarse, en su totalidad o en parte, con las instrucciones contenidas en una memoria, pueden formatearse para ser ejecutadas por uno o más procesadores de aplicación general o específica.

[0107] La **FIG. 10** muestra un diagrama de flujo que ilustra un método 1000 para patrones de salto de frecuencia de PRACH de NB y esquemas de detección de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación. Las operaciones de método 1000 pueden implementarse mediante un UE 115 o sus componentes como se describió con referencia a las FIGS. 1-9. Por ejemplo, las operaciones del método 1000 pueden llevarse a cabo por medio del gestor de PRACH 510 como se describió con referencia a las FIGS. 5-9. En algunos ejemplos, un UE 115 puede ejecutar un conjunto de códigos para controlar elementos funcionales del UE 115 para realizar las funciones que se describen a continuación. Además, o alternativamente, el UE 115 puede llevar a cabo aspectos de las funciones que se describen a continuación mediante el uso de hardware de propósito especial.

[0108] En el bloque 1005, el UE 115 puede identificar un PRACH para la comunicación entre una estación base 105 y el UE 115, como se describió con referencia a las FIGS. 2-4. En algunos casos, el PRACH puede dividirse en una pluralidad de subportadoras y una pluralidad de intervalos de tono de preámbulo. Una separación de subportadora de la pluralidad de subportadoras puede un divisor entero

de una separación de subportadora de canal de datos para una celda asociada con el PRACH. El PRACH puede incluir una primera porción asociada con una primera distancia de salto de frecuencia y una segunda porción asociada con una segunda distancia de salto de frecuencia. La primera porción puede incluir un primer conjunto de subportadoras que abarca una primera subregión del PRACH y un segundo conjunto de subportadoras que abarca una segunda subregión del PRACH. La primera subregión y la segunda subregión se pueden separar en frecuencia mediante un ancho de banda de la segunda porción. En determinados ejemplos, las operaciones del bloque 1005 pueden llevarse a cabo por medio del identificador de canal 515 como se describió con referencia a la FIG. 5.

[0109] En el bloque 1010, el UE 115 puede determinar un patrón de salto de frecuencia dentro del PRACH para un preámbulo de acceso aleatorio que comprende una pluralidad de transmisiones de un solo tono. La pluralidad de transmisiones de un solo tono puede abarcar uno de una pluralidad de intervalos de tono de preámbulo. En algunos ejemplos, el patrón de salto de frecuencia incluye un primer número de saltos de frecuencia asociado con la primera distancia de salto de frecuencia y un segundo número de saltos de frecuencia asociado con la segunda distancia de salto de frecuencia, como se describió con referencia a las FIGS. 2-4. En algunos casos, el primer número de saltos de frecuencia puede ser diferente del segundo número de saltos de frecuencia. Al menos un salto de frecuencia puede determinarse con base al menos en parte en una función pseudoaleatoria. El preámbulo de acceso aleatorio puede ser uno de una pluralidad de preámbulos de acceso aleatorio y diferentes patrones de salto de frecuencia para cada uno de la pluralidad de preámbulos de acceso aleatorio puede generarse mediante el uso de una función pseudoaleatoria. En determinados ejemplos, las operaciones del bloque 1010 pueden llevarse a cabo por medio del generador de patrón de salto 520 como se describió con referencia a la FIG. 5.

[0110] En el bloque 1015, el UE 115 puede transmitir el preámbulo de acceso aleatorio de acuerdo con el patrón de salto de frecuencia determinado, como se describió con referencia a las FIGS. 2-4. En determinados ejemplos, las operaciones del bloque 1015 pueden llevarse a cabo por medio del generador de preámbulo 610 como se describió con referencia a la FIG. 6.

[0111] La **FIG. 11** muestra un diagrama de flujo que ilustra un método 1100 para patrones de salto de frecuencia de PRACH de NB y esquemas de detección de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación. Las operaciones de método

1100 pueden implementarse mediante una estación base 105 o sus componentes como se describió con referencia a las FIGS. 1-9. Por ejemplo, las operaciones del método 1100 pueden llevarse a cabo por medio del gestor de PRACH 510 como se describió con referencia a las FIGS. 5-9. En algunos ejemplos, una estación base 105 puede ejecutar un conjunto de códigos para el control de los elementos funcionales de la estación base 105 para llevar a cabo las funciones que se describen a continuación. Además, o alternativamente, la estación base 105 puede llevar a cabo aspectos de las funciones que se describen a continuación mediante el uso de hardware de propósito especial.

[0112] En el bloque 1105, la estación base 105 puede identificar un PRACH para la comunicación entre la estación base 105 y un UE 115, como se describió con referencia a las FIGS. 2-4. En algunos casos, el PRACH puede dividirse en una pluralidad de subportadoras y una pluralidad de intervalos de tono de preámbulo. Una separación de subportadora de la pluralidad de subportadoras puede ser un divisor entero de una separación de subportadora de canal de datos para una celda asociada con el PRACH. El PRACH puede incluir una primera porción asociada con una primera distancia de salto de frecuencia y una segunda porción asociada con una segunda distancia de salto de frecuencia. La primera porción puede incluir un primer conjunto de subportadoras que abarca una primera subregión del PRACH y un segundo conjunto de subportadoras que abarca una segunda subregión del PRACH. La primera subregión y la segunda subregión se pueden separar en frecuencia mediante un ancho de banda de la segunda porción. En determinados ejemplos, las operaciones del bloque 1105 pueden llevarse a cabo por medio del identificador de canal 515 como se describió con referencia a la FIG. 5.

[0113] En el bloque 1110, la estación base 105 puede determinar un patrón de salto de frecuencia dentro del PRACH para un preámbulo de acceso aleatorio que comprende una pluralidad de transmisiones de un solo tono, el patrón de salto de frecuencia comprende un primer número de saltos de frecuencia asociado con una primera frecuencia de salto de distancia y un segundo número de saltos de frecuencia asociado con una segunda distancia de salto de frecuencia, como se describió con referencia a las FIGS. 2-4. En algunos casos, el primer número de saltos de frecuencia puede ser diferente del segundo número de saltos de frecuencia. Al menos un salto de frecuencia puede determinarse con base al menos en parte en una función pseudoaleatoria. El preámbulo de acceso aleatorio puede ser uno de una pluralidad de preámbulos de acceso aleatorio y diferentes patrones de salto de frecuencia para cada

una de la pluralidad de preámbulos de acceso aleatorio puede generarse mediante el uso de una función pseudoaleatoria. En determinados ejemplos, las operaciones del bloque 1110 pueden llevarse a cabo por medio del generador de patrón de salto 520 como se describió con referencia a la FIG. 5.

[0114] En el bloque 1115, la estación base 105 puede detectar el preámbulo de acceso aleatorio con base al menos en parte en el patrón de salto de frecuencia determinado, como se describió con referencia a las FIGS. 2-4. En determinados ejemplos, las operaciones del bloque 1115 pueden llevarse a cabo por medio del detector de preámbulo 705 como se describió con referencia a la FIG. 7.

[0115] La **FIG. 12** muestra un diagrama de flujo que ilustra un método 1200 para patrones de salto de frecuencia de PRACH de NB y esquemas de detección de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación. Las operaciones de método 1200 pueden implementarse mediante un UE 115 o sus componentes como se describió con referencia a las FIGS. 1-9. Por ejemplo, las operaciones del método 1200 pueden llevarse a cabo por medio del gestor de PRACH 510 como se describió con referencia a las FIGS. 5-9. En algunos ejemplos, un UE 115 puede ejecutar un conjunto de códigos para controlar los elementos funcionales del UE 115 para realizar las funciones que se describen a continuación. Además, o alternativamente, el UE 115 puede llevar a cabo aspectos de las funciones que se describen a continuación mediante el uso de hardware de propósito especial.

[0116] En el bloque 1205, el UE 115 puede identificar un PRACH para la comunicación entre una estación base 105 y el UE 115, como se describió con referencia a las FIGS. 2-4. En algunos casos, el PRACH puede incluir una pluralidad de subportadoras. En determinados ejemplos, las operaciones del bloque 1005 pueden llevarse a cabo por medio del identificador de canal 515 como se describió con referencia a la FIG. 5.

[0117] En el bloque 1210, el UE 115 puede determinar un patrón de salto de frecuencia dentro del PRACH para un preámbulo de acceso aleatorio que comprende una pluralidad de transmisiones de un solo tono, el patrón de salto de frecuencia comprende una pluralidad de saltos de frecuencia a través de la pluralidad de subportadoras, al menos una frecuencia de salto de la pluralidad de saltos de frecuencia está asociada con una distancia de salto de frecuencia pseudoaleatoria, como se describió con referencia a las FIGS. 2-4. En algunos casos, la distancia de salto de frecuencia pseudoaleatoria puede determinarse con base en al menos uno de una función *hash* lineal pseudoaleatoria, o un desplazamiento cíclico lineal

pseudoaleatoria o puede determinarse con base en un número de subportadoras del PRACH. En determinados ejemplos, las operaciones del bloque 1210 pueden llevarse a cabo por medio del generador de patrón de salto 520 como se describió con referencia a la FIG. 5.

[0118] En el bloque 1215, el UE 115 puede transmitir el preámbulo de acceso aleatorio de acuerdo con el patrón de salto de frecuencia determinado, como se describió con referencia a las FIGS. 2-4. En determinados ejemplos, las operaciones del bloque 1215 pueden llevarse a cabo por medio del generador de preámbulo 610 como se describió con referencia a la FIG. 6.

[0119] La FIG. 13 muestra un diagrama de flujo que ilustra un método 1300 para patrones de salto de frecuencia de PRACH de NB y esquemas de detección de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación. Las operaciones de método 1300 pueden implementarse mediante una estación base 105 o sus componentes como se describió con referencia a las FIGS. 1-9. Por ejemplo, las operaciones del método 1300 pueden llevarse a cabo por medio del gestor de PRACH 510 como se describió con referencia a las FIGS. 5-9. En algunos ejemplos, una estación base 105 puede ejecutar un conjunto de códigos para el control de los elementos funcionales de la estación base 105 para llevar a cabo las funciones que se describen a continuación. Además, o alternativamente, la estación base 105 puede llevar a cabo aspectos de las funciones que se describen a continuación mediante el uso de hardware de propósito especial.

[0120] En el bloque 1305, el UE 115 puede identificar un PRACH para la comunicación entre la estación base 105 y un UE 115, como se describió con referencia a las FIGS. 2-4. En algunos casos, el PRACH puede incluir una pluralidad de subportadoras. En determinados ejemplos, las operaciones del bloque 1305 pueden llevarse a cabo por medio del identificador de canal 515 como se describió con referencia a la FIG. 5.

[0121] En el bloque 1310, la estación base 105 puede determinar un patrón de salto de frecuencia dentro del PRACH para un preámbulo de acceso aleatorio que comprende una pluralidad de transmisiones de un solo tono, el patrón de salto de frecuencia comprende una pluralidad de saltos de frecuencia a través de la pluralidad de subportadoras, al menos un salto de frecuencia de la pluralidad de saltos de frecuencia está asociado con una distancia de salto de frecuencia pseudoaleatoria, como se describió con referencia a las FIGS. 2-4. En algunos casos, la distancia de salto de frecuencia pseudoaleatoria puede determinarse con base en al menos uno de

una función *hash* lineal pseudoaleatoria, o un desplazamiento cíclico lineal pseudoaleatoria o puede determinarse con base en un número de subportadoras del PRACH. En determinados ejemplos, las operaciones del bloque 1310 pueden llevarse a cabo por medio del generador de patrón de salto 520 como se describió con referencia a la FIG. 5.

[0122] En el bloque 1315, la estación base 105 puede detectar el preámbulo de acceso aleatorio con base al menos en parte en el patrón de salto de frecuencia determinado, como se describió con referencia a las FIGS. 2-4. Detectar el preámbulo de acceso aleatorio puede incluir asignar la información de fase para la pluralidad de tonos a una secuencia con base al menos en parte en respectivos intervalos de tono de preámbulo y las respectivas subportadoras de la pluralidad de transmisiones de un solo tono, y realizar una transformada de frecuencia en la secuencia asignada. En algunos casos, detectar el preámbulo de acceso aleatorio puede incluir asignar información de fase diferencial entre dos o más tonos de la pluralidad de tonos a una secuencia con base al menos en parte en los respectivos intervalos de tono de preámbulo y las respectivas subportadoras de la pluralidad de transmisiones de un solo tono, y realizar una transformada de frecuencia en la secuencia asignada. En determinados ejemplos, las operaciones del bloque 1315 pueden llevarse a cabo por medio del detector de preámbulo 705 como se describió con referencia a la FIG. 7.

[0123] En algunos ejemplos, la estación base 105 puede determinar una compensación para transmisiones de enlace ascendente desde el UE con base al menos en parte en la información de fase en una pluralidad de tonos del preámbulo de acceso aleatorio detectado en 1315. En algunos ejemplos, determinar el desplazamiento de sincronización puede incluir la identificación de una ubicación de un valor máximo de una salida de la transformada de frecuencia de la secuencia asignada. Detectar el preámbulo de acceso aleatorio puede incluir comparar el valor máximo con un umbral. En determinados ejemplos, determinar el desplazamiento de sincronización puede llevarse a cabo por medio del calculador de desplazamiento de sincronización 710 como se describió con referencia a la FIG. 7.

[0124] Por lo tanto, los métodos 1000, 1100, 1200, y 1300 pueden proporcionar patrones de salto de frecuencia de PRACH de NB y esquemas de detección. Cabe señalar que los métodos 1000, 1100, 1200, y 1300 describen posibles implementaciones, y que las operaciones y las etapas pueden reorganizarse o de otra manera modificarse de tal manera que sean posibles otras implementaciones. En algunos ejemplos, se pueden combinar los aspectos de dos o más de los métodos

1000, 1100, 1200, y 1300.

[0125] La descripción en la presente memoria proporciona ejemplos, y no es limitante del alcance, aplicabilidad, o ejemplos que se exponen en las reivindicaciones. Se pueden hacer cambios en la función y disposición de los elementos analizados sin apartarse del alcance de la divulgación. Varios ejemplos pueden omitir, sustituir o añadir diversos procedimientos o componentes según sea apropiado. Además, las características descritas con respecto a algunos ejemplos pueden combinarse en otros ejemplos.

[0126] Las técnicas descritas en la presente pueden utilizarse para diversos sistemas de comunicación inalámbrica como acceso múltiple por división de código (CDMA), acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), OFDMA, SC-FDMA, y otros sistemas. Los términos “sistema” y “red” se utilizan a menudo indistintamente. Un sistema CDMA puede implementar una tecnología de radio tal como CDMA2000, Acceso de Radio Terrestre Universal (UTRA), etc. CDMA2000 cubre IS-2000, IS-95 e IS-856. Las liberaciones 0 y A de IS-2000 se denominan comúnmente CDMA2000 1X, 1X, etc. IS-856 (TIA-856) se denomina comúnmente CDMA2000 1xEV-DO, Paquetes de Datos de Alta Velocidad (HRPD), etc. UTRA incluye CDMA de banda ancha (WCDMA) y otras variantes de CDMA. Un sistema TDMA puede implementar una tecnología de radio tal como el Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM). Un sistema OFDMA puede implementar una tecnología de radio tal como Banda Ancha Ultra Móvil (UMB), UTRA Evolucionado (E-UTRA), IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20, Flash-OFDM, etc. UTRA y E-UTRA son parte del Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS). UMTS, LTE, LTE-A, y GSM se describen en los documentos de una organización denominada “Proyecto de Asociación de 3.^a Generación” (3GPP). CDMA2000 y UMB se describen en los documentos de una organización denominada “Proyecto de Asociación de 3.^a Generación 2” (3GPP2). 3GPP LTE y LTE-A son nuevas versiones de UMTS que utilizan E-UTRA. Las técnicas UTRA, E-UTRA, descritas en la presente se puede utilizar para los sistemas y tecnologías de radio mencionados anteriormente, así como otros sistemas y tecnologías de radio. La descripción en la presente, sin embargo, describe un sistema de LTE a efectos de ejemplo, y se utiliza terminología LTE en gran parte de la descripción anterior, aunque las técnicas son aplicables más allá de las aplicaciones de LTE.

[0127] En las redes LTE/LTE-A, que incluyen tales redes descritas en la presente, el

término eNB puede utilizarse generalmente para describir las estaciones base. El sistema o sistemas de comunicaciones inalámbricas descritos en la presente pueden incluir una red heterogénea de LTE/LTE-A donde los diferentes tipos de eNB proporcionan cobertura para varias regiones geográficas. Por ejemplo, cada eNB o estación base puede proporcionar cobertura de comunicación para una macrocelda, una celda pequeña, u otros tipos de celda. El término “celda” puede utilizarse para describir una estación base, una portadora o componente de portadora asociada con una estación base, o un área de cobertura (por ejemplo, sector, etc.) de una portadora o estación base, dependiendo del contexto.

[0128] Las estaciones base pueden incluir o pueden denominarse por aquellos con experiencia en la técnica una estación transceptora de base, una estación base de radio, un punto de acceso, un transceptor de radio, un NodoB, eNB, NodoB doméstico, un eNodoB doméstico, o alguna otra terminología adecuada. El área geográfica de cobertura de una estación base puede dividirse en sectores que constituyen una parte del área de cobertura. El sistema o sistemas de comunicaciones inalámbricas descritos en la presente pueden incluir las estaciones base de diferentes tipos (por ejemplo, estaciones base de macroceldas o pequeñas). Los UE descritos en la presente pueden ser capaces de comunicarse con los diversos tipos de estaciones base y equipos de red que incluyen eNB macro, eNB de celdas pequeñas, estaciones base de relé, y similares. Puede haber superposición de áreas geográficas de cobertura para diferentes tecnologías.

[0129] Una macrocelda generalmente cubre un área geográfica relativamente grande (por ejemplo, varios kilómetros de radio) y puede permitir el acceso sin restricciones por los UE con suscripciones de servicio con el proveedor de red. Una pequeña celda es una estación base accionada inferior, en comparación con una macrocelda, que puede operar en las mismas o diferentes bandas de frecuencia (por ejemplo, con licencia, sin licencia, etc.) como las macroceldas. Las celdas pequeñas pueden incluir celdas pico, femtoceldas, y microceldas de acuerdo con diversos ejemplos. Una celda pico, por ejemplo, puede cubrir un área geográfica pequeña y puede permitir el acceso sin restricciones del UE con las suscripciones de servicio con el proveedor de red. Una femtocelda también puede cubrir un área geográfica pequeña (por ejemplo, un hogar) y puede proporcionar acceso restringido por los UE que tienen una asociación con femtocelda (por ejemplo, los UE en un grupo cerrado de abonados (CSG), UE para usuarios en el hogar, y similares). Un eNB para una macrocelda puede denominarse un eNB macro. Un eNB para una pequeña celda puede denominarse un eNB de celda

pequeña, un eNB pico, un femto eNB, o un eNB doméstico. Un eNB puede soportar una o múltiples (por ejemplo, dos, tres, cuatro, y similares) celdas (por ejemplo, portadoras de componente). Un UE puede ser capaz de comunicarse con diversos tipos de estaciones base y equipos de red que incluyen eNB macro, eNB de celda pequeña, estaciones base de relé, y similares.

[0130] El sistema o sistemas de comunicaciones inalámbricas descritos en la presente pueden soportar operación síncrona o asíncrona. Para una operación síncrona, las estaciones base pueden tener sincronización de trama similares, y las transmisiones desde diferentes estaciones base pueden estar aproximadamente alineadas en el tiempo. Para una operación asíncrona, las estaciones base pueden tener sincronización de trama diferente, y las transmisiones desde diferentes estaciones base pueden no estar alineadas en el tiempo. Las técnicas descritas en la presente pueden utilizarse para operaciones síncronas o asíncronas.

[0131] Las transmisiones de enlace descendente descritas en la presente también pueden denominarse transmisiones de enlace directo mientras que las transmisiones de enlace ascendente también pueden denominarse transmisiones de enlace inverso. Cada enlace de comunicación descrito en la presente, que incluye, por ejemplo, los sistemas de comunicaciones inalámbricas 100 y 200 de las FIGS. 1 y 2 pueden incluir una o más portadoras, donde cada portadora puede ser una señal compuesta de múltiples subportadoras (por ejemplo, señales de forma de onda de diferentes frecuencias). Cada señal modulada puede enviarse en una subportadora diferente y puede llevar información de control (por ejemplo, señales de referencia, canales de control, etc.), información de cabecera, datos de usuario, etc. Los enlaces de comunicación descritos en la presente (por ejemplo, los enlaces de comunicación 125 de la FIG. 1) pueden transmitir comunicaciones bidireccionales mediante el uso de operación de FDD (por ejemplo, mediante el uso de recursos de espectro emparejados) o TDD (por ejemplo, mediante el uso de recursos de espectro no emparejados). Las estructuras de trama se pueden definir para FDD (por ejemplo, trama de estructura de tipo 1) y TDD (por ejemplo, trama de estructura de tipo 2).

[0132] La descripción expuesta en la presente, en relación con las figuras adjuntas, describe configuraciones de ejemplo y no representa a todos los ejemplos que pueden implementarse o que están dentro del alcance de las reivindicaciones. El término “de ejemplo” utilizado aquí significa “que sirve como ejemplo, caso o ilustración” y no “preferido” o “ventajoso sobre otros ejemplos.” La descripción detallada incluye detalles específicos con el fin de proporcionar una comprensión de las técnicas

descritas. Estas técnicas, sin embargo, pueden ponerse en práctica sin estos detalles específicos. En algunos casos, estructuras y dispositivos bien conocidos se muestran en forma de diagrama de bloques para evitar oscurecer los conceptos de los ejemplos descritos.

[0133] En las figuras adjuntas, los componentes o características similares pueden tener la misma etiqueta de referencia. Además, diversos componentes del mismo tipo pueden distinguirse mediante el seguimiento de la etiqueta de referencia por un guion y una segunda etiqueta que distingue entre los componentes similares. Si se utiliza solamente la primera etiqueta de referencia en la memoria descriptiva, la descripción es aplicable a cualquiera de los componentes similares que tienen la misma primera etiqueta de referencia con independencia de la segunda etiqueta de referencia.

[0134] La información y las señales descritas en la presente pueden representarse mediante el uso de cualquiera de una variedad de diferentes tecnologías y técnicas. Por ejemplo, los datos, instrucciones, comandos, información, señales, bits, símbolos, y chips a los que puede hacerse referencia a lo largo de la descripción anterior pueden representarse mediante voltajes, corrientes, ondas electromagnéticas, campos o partículas magnéticas, campos o partículas ópticas, o cualquier combinación de los mismos.

[0135] Los diversos bloques ilustrativos y módulos descritos en conexión con la divulgación de la presente pueden implementarse o realizarse con un procesador de propósito general, un DSP, un ASIC, un FPGA o cualquier otro dispositivo lógico programable, puerta discreta o lógica de transistor, componentes de hardware discretos, o cualquier combinación de los mismos diseñada para realizar las funciones descritas en la presente. Un procesador de propósito general puede ser un microprocesador, pero como alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador, controlador, microcontrolador, o máquina de estados convencional. Un procesador también puede implementarse como una combinación de dispositivos informáticos (por ejemplo, una combinación de un DSP y un microprocesador, múltiples microprocesadores, uno o más microprocesadores en conjunción con un DSP central, o cualquier otra configuración).

[0136] Las funciones descritas en la presente pueden implementarse en hardware, software ejecutado por un procesador, firmware, o cualquier combinación de los mismos. Si se implementan en software ejecutado por un procesador, las funciones pueden almacenarse en, o transmitirse como, una o más instrucciones o código en un medio legible por computadora. Otros ejemplos e implementaciones están dentro del

alcance de la divulgación y las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, debido a la naturaleza del software, las funciones descritas anteriormente pueden implementarse mediante el uso de software ejecutado por un procesador, hardware, firmware, cableado, o combinaciones de cualquiera de estos. Las características de ejecución de funciones también pueden ubicarse físicamente en varias posiciones, que incluyen una distribución de tal manera que se implementen porciones de funciones en diferentes ubicaciones físicas. También, de acuerdo con lo utilizado en la presente, incluidas las reivindicaciones, “o” de acuerdo con lo utilizado en una lista de artículos (por ejemplo, una lista de artículos precedida por una frase tal como “al menos uno de” o “uno o más de”) indica una lista inclusiva de manera tal que, por ejemplo, una lista de al menos uno de A, B, o C significa A o B o C o AB o AC o BC o ABC (es decir, A y B y C).

[0137] Los medios legibles por computadora incluyen medios de almacenamiento informático no transitorio y medios de comunicación que incluyen cualquier medio que facilite la transferencia de un programa informático de un lugar a otro. Un medio de almacenamiento no transitorio puede ser cualquier medio disponible al que se pueda acceder por una computadora de propósito general o de propósito especial. A modo de ejemplo, y no de limitación, los medios legibles por computadora no transitorios pueden comprender RAM, ROM, memoria de solo lectura programable y borrable eléctricamente (EEPROM), disco compacto (CD) ROM u otro almacenamiento en disco óptico, almacenamiento en disco magnético u otro dispositivo de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio no transitorio que puede utilizarse para transportar o almacenar medios de código de programa deseado en forma de instrucciones o estructuras de datos y al que se puede acceder por una computadora de propósito general o de propósito especial, o un procesador de propósito general o de propósito especial. Además, cualquier conexión se denomina correctamente un medio legible por computadora. Por ejemplo, si el software se transmite desde un sitio web, un servidor u otra fuente remota mediante el uso de un cable coaxial, cable de fibra óptica, par trenzado, línea de abonado digital (DSL), o tecnologías inalámbricas tal como infrarroja, de radio y de microondas, entonces el cable coaxial, cable de fibra óptica, par trenzado, DSL o las tecnologías inalámbricas tal como infrarroja, de radio y de microondas se incluyen en la definición de medio. Disco flexible y Disco, de acuerdo con lo utilizado en la presente, incluyen CD, disco láser, disco óptico, disco versátil digital (DVD), disquete y disco Blu-ray donde los discos flexibles generalmente reproducen datos magnéticamente, mientras que los discos reproducen datos ópticamente con láseres. También se incluyen dentro del alcance de los medios

legibles por computadora combinaciones de los anteriores.

[0138] La descripción de la presente se proporciona para permitir que aquellos con experiencia en la técnica preparen o utilicen la divulgación. Diversas modificaciones a la revelación serán fácilmente evidentes para aquellos con experiencia en la técnica, y los principios genéricos definidos en la presente pueden aplicarse a otras variaciones sin apartarse del alcance de la divulgación. Por lo tanto, la divulgación no debe limitarse a los ejemplos y diseños descritos en la presente, sino que debe concedérsele el alcance más amplio coherente con los principios y características novedosas divulgados en la presente.